



# **TORAKOLUMBAALINEN FASKIA**

Kirjallisuuskatsaus rakenteesta, toiminnas-  
ta ja faskiakäsittelystä

Niko Kamunen

Elina Oinonen

Sanna Rantasaari

Opinnäytetyö  
Elokuu 2014  
Fysioterapeuttikoulutus

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Fysioterapian koulutusohjelma

KAMUNEN, NIKO; OINONEN, ELINA & RANTASAARI, SANNA:  
Torakolumbaalinen faskia  
Kirjallisuuskatsaus rakenteesta, toiminnasta ja faskiakäsittelystä

Opinnäytetyö 72 sivua  
Elokuu 2014

---

Tämän opinnäytetyön tavoite oli lisätä suomenkielistä tietoa faskia-aiheesta tutkimusten ja kirjallisuuden perusteella. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää faskian ja torakolumbaalisen faskian rakenne, niiden biomekaniikan perusteet, faskiakäsittelyn vaikuttavuus tämän hetkisten tutkimusten valossa ja tehdä näiden pohjalta koulutusmateriaalia Tampereen ammattikorkeakoulun Hyvinvointiklinikan käyttöön.

Opinnäytetyön metodiksi valittiin kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Selvitimme eri tietokantojen avulla saatavilla olevaa kirjallisuutta, koulutusmateriaalia sekä tutkimusartikkeleita, jotka vastasivat opinnäytetyötämme ohjaaviin kysymyksiin parhaimmalla mahdollisella tavalla.

Tutkimustulosten perusteella ilmeni, että torakolumbaalisella faskialla on merkitystä raajojen ja keskivartalon välisessä voimansiirrossa. Se yhdistää vastakkaisia raajapareja toisiinsa ja saattaa myös avustaa lannerangan neutraaliasennon hallinnassa välittämällä vatsalihasten voimaa nikamiin. Joillakin faskiakäsittelytekniikoilla voidaan saada aikaan subjektiivisesti koetun kivun vähentyminen, faskian mekaanisten ominaisuuksien parantuminen sekä mahdollisesti myös asennon ja ryhdin kohentuminen.

Tutkimusten perusteella ei kuitenkaan voida varmuudella sanoa, mikä mekanismi saa koetut muutokset faskiassa aikaan. Tutkijoiden keskuudessa on erimielisyyttä siitä, onko faskiaa edes mahdollista muokata. Kaikkia johtopäätöksiä ei voi yleistää, etenkin tapaustutkimusten osalta. Suositus on, että faskiakäsittelyyn tulee hoitovaihtoehtona suhtautua vielä kriittisesti. Voimansiirto faskioiden välityksellä on todistettu, mutta näkemykset faskian kautta siirtyvän voiman määrästä vaihtelevat eri tutkijoiden välillä. Lisätutkimuksia faskia-aiheesta kaivataan vielä. Tutkimusten luotettavuuden tueksi tarvitaan kuvantamismenetelmien käyttöä, laajempaa tutkimusjoukkoa, tutkimuksia elävillä koehenkilöillä sekä kontrolliryhmiä.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Physiotherapy

KAMUNEN, NIKO; OINONEN, ELINA & RANTASAARI, SANNA:  
Thoracolumbar Fascia – Review on Anatomy, Function and Fascial Manipulation

Bachelor's thesis 72 pages  
August 2014

---

The objective of this study was to gather and increase the Finnish language information about fascia and the thoracolumbar fascia by finding knowledge and recent data based on literature and research studies. The purpose of this study was to examine fascia and the thoracolumbar fascia as a structure and clarify the biomechanics of thoracolumbar fascia as a force transmitting structure as well as finding out the expected impact of fascial manipulation.

The Study was carried out by means of a literature review. The data were collected by utilising different databases available, focusing on literature, training material and research articles best suited for our purpose.

The results suggest that thoracolumbar fascia may play a force transmitting role by transporting forces between the contralateral limbs and the spine. It may also have a role in controlling the segmental neutral zone of the lumbar spine. Some fascial manipulation techniques could provide a reduction in subjectively perceived pain, improve the mechanical properties of the fascia and possibly improve the whole posture.

The findings indicate fascial manipulation could be a useful treatment option in some cases. However, it stills needs to be critically approached. Further reliable studies concerning the biomechanics of fascia and fascial manipulation techniques are still required and it still needs to be critically considered and examined in more detail.

---

Key words: fascia, thoracolumbar fascia, Fascial Manipulation®, lumbodorsal fascia, spine

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	9
2	OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS.....	11
3	OPINNÄYTETYÖN RAJAUS JA TOTEUTUS.....	12
	3.1 Metodien valinta .....	12
	3.2 Tutkimusaineiston valinta.....	13
4	FASKIA.....	15
	4.1 Faskioihin liittyvän termistön vakiintuminen.....	15
	4.2 Faskia on paikallisesti erikoistunutta.....	16
	4.3 Solurakenne vaikuttaa faskian ominaisuuksiin.....	17
	4.4 Pinnallinen faskiakerros.....	20
	4.5 Syvä faskiakerros .....	21
	4.6 Faskiaverkosto ja eri kirjailijoiden teorianallit.....	24
	4.7 Faskia aistivana elimenä .....	26
5	TORAKOLUMBAALISEN FASKIAN ANATOMIA JA FYSIOLOGIA .....	28
	5.1 Torakolumbaalisen faskian rakenne ja sijainti.....	28
	5.2 Kolmen ja kahden kerroksen teorianallit.....	29
	5.3 Anteriorinen faskiakerros .....	31
	5.4 Mediaalinen faskiakerros .....	31
	5.5 Posteriorinen faskiakerros.....	33
	5.5.1 PLF:n pinnallinen kerros.....	33
	5.5.2 PLF:n syvä kerros .....	37
6	FASKIA VOIMANSIIRROSSA.....	40
	6.1 Lihaskvoiman ja voimansiirron yleiset periaatteet .....	40
	6.2 Kuinka myofaskia osallistuu voimansiirtoon?.....	41
	6.3 Erot proksimaalisten ja distaalisten voimien välillä.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	6.4 Sarkomeerien pituuksien vaihtelu lihaksessa .....	42
	6.5 Lihasten välinen myofaskiaalinen vuorovaikutus.....	43
	6.6 Lihaksen myofaskiaalisen kuormituksen monimutkaisuus .....	44
7	TORAKOLUMBAALISEN FASKIAN BIOMEKANIikka .....	46
	7.1 TLF:n toiminta itsenäisenä rakenteena .....	46
	7.2 TLF:aan liittyvien lihasten rooli biomekaniikassa.....	47
	7.3 Ongelmia TLF:n toiminnassa?.....	50
	7.4 TLF:n voimansiirrolliset yhteydet tutkimusten valossa.....	51
8	FASKIAN KÄSITTELY .....	55
	8.1 Indikaatio faskiakäsittelylle .....	55
	8.2 Myofascial release -tekniikka sekä muut suuntaukset.....	57

8.3 Fascial Manipulation®.....	58
8.3.1 Hoidon aloitus ja eteneminen.....	59
8.3.2 Fascial Manipulation® tutkimusten valossa .....	60
8.4 Yhteenveto faskiakäsittelyn vaikuttavuudesta.....	62
9 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	64
10 POHDINTA.....	67
LÄHTEET.....	70

**LYHENTEET JA TERMIT**

Agonisti =	Tietyn nivelen liikkeen pääsuorittajalihas
Aponeuroosi =	Kalvojänne, jonka kollageenikuidut ovat järjestäytyneet säännöllisesti vain yhteen tiettyyn suuntaan
Distaalinen =	Kauempana keskuksesta (vartalosta) sijaitseva
Ekstramuskulaarinen =	Extramuscular (engl.) lihaksen ulkopuolella oleva (vapaa suomennos)
Epaxiaalinen faskia =	Poikkihaarakkeiden posteriorisella puolella sijaitsevaa faskiaa joka saa hermotuksensa selkäytimen takahaarasta
Hypaxiaalinen faskia =	Faskiaa, joka sijaitsee poikkihaarakkeiden anteriorisella puolella ja saa hermotuksensa selkäytimen etuhaarasta
In Vitro =	Tutkimustekniikka, jossa koe suoritetaan koeputkessa, lasimaljassa tai yleisesti elävän organismin tai solun ulkopuolella
In Vivo =	Elävillä organismeilla tehtyjä tutkimuksia
Isometrinen =	Staattista, paikalla tapahtuvaa lihastyötä
Lateraalinen sidekudossauma =	Lateral Raphe (engl.) (LR), selkärangan lateraalipuolella sijaitseva sidekudossauma, johon yhdistyvät kaikki TLF:n kerrokset, poikittaisen vatsalihaksen aponeuroosi sekä paraspiniaalinen pidäkeside (PRS)
Myofaskia =	Lihaskalvo

Myofibrilli =	Lihassyyn sisällä olevia ohuita lieriömäisiä säikeitä ulottuen lihassyyn päästä päähän.
Paraspinaalilihakset =	Selkärangan viereiset lihakset, esim. m. multifidus
Paraspinaalinen pidäkeside =	Paraspinal retinaculum sheath (engl.) (PRS), selkärangan molemminpuolinen pidäkesidekalvo, joka auttaa paraspinaalilihaksia tukemaan selkärankaa (vapaasti suomennettu)
Pohja-aine =	ground substance (engl.) (vapaasti suomennettu)
Posterioriset lisäligamentit =	Posterior accessory ligaments (engl.), joidenkin tutkijoiden kuvaamat sidekudospaksuuntumat torakolumbaalisen faskian posteriorisessa kerroksessa (vapaasti suomennettu)
Proksimaalinen =	Lähempänä keskusta (vartaloa) sijaitseva
Retinaculum =	Pidäkeside, tiheästä sidekudoksesta muodostunut vyön tapainen paksuuntuma lähellä niveltä
Sarkomeeri =	Järjestäytyneitä myofilamenttiyksiköitä
Strooma =	Elimen tai soluliman perusrakenneosa
Synergisti =	Samaan vaikutukseen johtava tai samaan suuntaan toimiva lihas
ALF =	Torakolumbaalisen faskian anteriorinen kerros
BF =	m. biceps femoris, kaksipäinen reisilihas
ES =	m. erector spinae, selän ojentajalihas
Gmax =	m. gluteus maximus, iso pakaralihas

LD =	m. latissimus dorsi, leveä selkälihas
LIFT =	Lumbar interfascial triangle (engl.)
Mf =	m. multifidus, monihalkoinen lihas
MLF =	Torakolumbaalisen faskian mediaalinen kerros
OE =	m. obliquus externus abdominis, ulompi vino vatsalihas
OI =	m. obliquus internus abdominis, sisempi vino vatsalihas
Ps =	m. psoas major, iso lannelihas
TLF =	Torakolumbaalinen faskia, lanneselkäkälvo
PLF =	Torakolumbaalisen faskian posteriorinen kerros
QL =	m. quadratus lumborum, nelikulmainen lannelihas
RA =	m. rectus abdominis, suora vatsalihas
SIPS =	Spina iliaca posterior superior, suoliluun ylempi takakyhmy
SPI =	m. serratus posterior inferior, alempi takimmainen sahalihhas
TLC =	Torakolumbaalinen komposiitti (vapaasti suomennettu), yhdistelmä jonka PRS + TLF muodostavat
TrA =	m. transversus abdominis, poikittainen vatsalihas
Tz =	m. trapezius, epäkäslihas



## 1 JOHDANTO

Syvä faskia on mielenkiintoinen tarkastelun kohde, sillä sen uskotaan muodostavan kolmiulotteisen verkoston koko elimistöön toimien voimien ja informaation välittäjänä nivelten ja eri lihasryhmien välillä (Willard, Vleeming, Schuenke, Danneels ym. 2012, 509). Saimme kipinän faskia-aiheeseemme koulullamme keväällä 2013 järjestetyssä faskia-koulutuksessa. Teimme koulutuksen pitäjän, Maarit Keskisen, ohjeistuksella torakolumbaalisen faskian venytyksiä toisillemme ja yksi jäsen opinnäytetyöryhmästäme sai tästä hyvin merkittävää apua selkensä kuntoutukseen. Ryhmäläisemme oli kärsinyt välilevynpullistuman aiheuttamista hermo-oireista yli 1,5 vuotta ja käynyt monilla asiantuntijoilla hakemassa apua. Tehdyn käsittelyn jälkeen hänen oli mahdollista venyttää reiden takaosaa ensimmäistä kertaa koko kuntoutuksen aikana ilman hermokipua. Lisäksi hänen kehonsa kokonaisliikkuvuus koheni ja kivut vähenivät saman tien. Siitä hetkestä eteenpäin kuntoutuminen oli erittäin nousujohteista.

Faskiakäsittely on koettu yleensä aiheelliseksi, mikäli faskian toiminta todetaan patologisessa tilanteessa normaalista poikkeavaksi. Syvä faskia on järjestäytynyt kerroksittain ja näiden kerrosten on ihanteellisessa tilanteessa tarkoitus kyetä liukumaan toistensa lomissa. On esitetty teorioita, että syvien faskiakerrosten välinen liukumattomuus voisi olla syynä erilaisille tuki- ja liikuntaelimistön toimintahäiriöille. Faskiakäsittelyn tarkoitus onkin vaikuttaa esimerkiksi syvän faskian kerrosten väliseen liukumiseen niiden toimintaa parantavasti. (Day & Stecco 2008, 128–135; Stecco 2004, 82–86.)

Haluamme saada selville käsiteltiinkö koulutuksessa todellakin ryhmäläisemme torakolumbaalista faskiaa vai kenties jotain toista rakennetta. Mitä tapahtui tuon käsittelyn aikana pintaa syvemmällä kudostasolla? Lisäkö käsittely henkilön aikaansaamaa voimantuottoa tai liikkuvuutta vai molempia? Alun tiedonhaun tuloksena totesimme, ettei aiheesta oltu tehty Suomessa vielä tuolloin opinnäytetyötä. Meille selvisi myös, että lukuisat tutkijat ovat esittäneet eriäviä teorioita torakolumbaalisesta faskiasta.

Jotta pääsimme opinnäytetyön parissa alkuun, meidän tuli ensinnäkin selvittää faskian sekä torakolumbaalisen faskian rakenne ja perehtyä sen biomekaniikan periaatteisiin. Faskiameridiaanien hyödyntäminen sekä erilaisten faskiakäsittelymenetelmien käyttö ovat omien kokemustemme perusteella yleistyneet fysioterapian saralla. Olimme itse

kokeneet käsittelyn vakuuttavaksi hoitomuodoksi, joten halusimme selvittää tutkittua teoriapohjaa näiden manuaalisten tekniikoiden hyödyllisyydestä.

## 2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Tavoite on lisätä suomenkielistä tietoa aiheesta eri teorioitsijoiden tuottaman kirjallisuuden ja tutkimusten perusteella. Tarkoituksena on selvittää torakolumbaalisen faskian rakenne ja toiminta tämänhetkisten tutkimusten valossa ja tehdä sen pohjalta koulutusmateriaalia hyvinvointiklinikan käyttöön. Koulutusmateriaalina toimii opinnäytetyöraportti.

Opinnäytetyön etenemistä ohjaavat kysymykset:

- 1 Mikä on faskia ja sen tehtävä?
- 2 Mikä on torakolumbaalinen faskia ja mikä on sen vaikutus asentoon ja liikkumiseen?
- 3 Voidaanko faskiaan vaikuttaa manuaalisella käsittelyllä, miten?

### 3 OPINNÄYTETYÖN RAJAUS JA TOTEUTUS

Opinnäytetyössämme keskitymme kehon faskiaverkoston yhteen osaan, torakolumbaaliseen faskiaan. Tästä rakenteesta ei ole vielä mittavasti empiiriseen näyttöön perustuvaa tutkimustietoa saatavilla, vaikka malleja torakolumbaalisen faskian anatomiasta on esitetty jo 1800-luvun lopusta alkaen. Torakolumbaalisen faskian toiminnasta osana funktionaalista liikeketjua on sitäkin vähemmän tutkittua tietoa. Koska kaikki sidekudokset elimistössä ovat toisiinsa yhteydessä, ei yhden paikallisen faskiarakenteen irrottaminen ympäristöstään ole aivan yksinkertaista. Näin kuitenkin on tehtävä, jotta yksittäisen toimijan merkitys saadaan selville kokonaisuudessa.

#### 3.1 Metodien valinta

Metodien valinnassa alustavat vaihtoehdot olivat empiirinen tutkimus ja kirjallisuuskatsaus. Nämä menetelmät vaikuttaisivat opinnäytetyömme lopputulokseen hyvin eri tavalla. Empiirisen tutkimuksen suhteen suunnittelimme haastattelua faskiakoulutuksen pitäjältä, Maarit Keskiseltä. Hän on harjaantunut fysioterapeutti Luigi Steccon kehittämässä faskiakäsittelytekniikassa, Fascial Manipulationissa®. Steccon perhe on yksi edelläkävijöistä faskia-aiheen parissa tällä hetkellä. Haastattelun kautta työmme olisi voinut olla enemmän käytännönläheisempi, kenties tekniikkaopas faskiakäsittelyyn. Kirjallisuuskatsauksella koemme kuitenkin saavamme laajemmin eri näkökulmia käyttöön. Huomioitavaa on, että työnkuva muuttuu hyvin teoreettiseksi valitessamme kirjallisuuskatsauksen. Saamme käsiimme viimeisimmän teoreettisen tiedon ja perehdymme eri tutkijoiden näkemyksiin aiheesta.

Opinnäytetyön menetelmäksi valittiin kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Tässä menetelmässä voitiin käyttää hyvin laajaa aineistoa, sillä kuvaileva kirjallisuuskatsaus ei edellytä yhtä tarkkaa lähdekritiikkiä ja tutkimusten valikointia kuin systemaattinen kirjallisuuskatsaus (Salminen 2011, 4-7). Päätimme, että kuvaileva lähestymistapa olisi omaa aiheitamme silmällä pitäen parempi, sillä voisimme näin sisällyttää työhömmme mahdollisimman suuren joukon näkemyksiä ja vertailla näitä keskenään.

Käytimme tiedonhankinnassa saatavilla olevaa kirjallisuutta, koulutusmateriaalia ja tutkimusartikkeleita. Etsimme aiheesta riippuen mahdollisimman uusia tutkimuksia, mutta osassa lähteitä niiden luotettavuus perustui siihen, että niiden esittämille väitteille löytyi tukea usealta eri tutkijalta. Koska käytimme opinnäytetyömme tutkimusmetodin kirjallisuuskatsausta, tavoitteemme oli kokonaiskuvan rakentaminen aiheesta tutkijoiden, tiedemiesten sekä asiantuntijoiden tutkimusten ja näkemysten perusteella.

### 3.2 Tutkimusaineiston valinta

Etsimme tietoa seuraavista tietokannoista: EBSCOhost, CINAHL, PubMed, Google Scholar, fasciaresearch.com sekä ScienceDirect. Käyttämiämme hakusanoja olivat: *thoracolumbar fascia*, *fascia*, *fascia force transmission*, *fascia manipulation*. EBSCOhost, CINAHL tietokanta tuotti hakusanalla *thoracolumbar fascia* meille viisi hakutulosta. Halusimme täältä vain uusimman tutkimustiedon ja rajasimme tutkimusvuosiksi 2012–2014. Opinnäytetyötämme ohjaavien kysymysten kannalta oleellisia ja luotettavia tutkimuksia ei tietokannasta löytynyt. EBSCOhost ja hakusana *thoracolumbar fascia* vuosilta 2012–2014 toi viisi hakutulosta. Monet tätä kautta löytämämme kirjallisuuskatsaukset olivat hyödyllisiä opinnäytetyötämme varten. Saimme kirjallisuuskatsauksien avulla tietoa tärkeimmistä empiirisistä tutkimuksista, joihin niissä oli viitattu. Tarkoitus oli etsiä kuitenkin myös alkuperäiset, merkittävimmät sekä viitatuimmat tutkimukset ja tutustua niihin, vaikka ne eivät olisikaan kovin uusia. Saimme kirjallisuuskatsauksien kautta kuvan siitä, mitkä tutkimukset olivat yleisesti käytettyjä, arvostettuja ja tästä syystä mielestämme luotettavia.

Tarvitsimme kirjallisuuskatsauksien lisäksi kuitenkin alkuperäisiä tutkimuksia aiheesta. Löysimme kirjallisuuskatsauksien kautta aihealueen keskeisiä tutkimuksia, jotka valitsimme mukaan niiden luotettavuuden ja suosion perusteella. EBSCOhost tietokanta ja laajempi hakusana *fascia* tuotti 128 hakutulosta vuosilta 2012–2014. Rajasimme hakutuloksen sanaan *fascia manipulation* samassa tietokannassa ja saimme viisi hakutulosta, joista mikään ei kuitenkaan tuntunut sopivalta työtämme ajatellen. Myöskään hakusana *fascia force transmission* ei tuottanut sopivia tuloksia kyseisessä tietokannassa. Google Scholarin kautta etsimme tutkimuksia samoilla hakusanoilla vuodelta 2013 eteenpäin. Hakutuloksia löytyi liian laajasti, ettei niitä olisi mitenkään voinut käydä systemaattisesti läpi. Jo hakusana *thoracolumbar fascia* tuotti yli 900 osumaa.

Fasciaresearch.com on faskiatutkimukseen erikoistunut sivusto. Fascia research group ylläpitää kyseistä sivustoa ja koostuu tutkijaryhmästä, jossa esimerkiksi faskiatutkimuksen edelläkävijä tohtori Robert Schleip vaikuttaa. Sivujen kautta löytyi faskia-aiheista tietoa ja linkit 24:een torakolumbaalista faskiaa käsittelevään tutkimukseen, josta otimme mukaan sopivimmat artikkelit. Aluetta oli rajattava vuosiluvun perusteella, sillä kaikkiin tutkimuksiin perehtymiseen aikamme ei millään olisi riittänyt. Halusimme ottaa mukaan vain uusinta tutkimustietoa, joten valikoimme mukaan vuoden 2009 jälkeen tehdyt tutkimukset jotka vastasivat tutkimusongelmiimme. Faskian manuaalisesta käsittelystä löytyy myös lähteitä fasciaresearch.com:in kautta. *Therapeutic fascia manipulation* antaa yhteensä lähteitä 37 kappaletta. Halusimme kuitenkin mahdollisimman uusia sekä alkuperäisiä tutkimusartikkeleita, joten rajasimme tulokset vuoteen 2009 ja eteenpäin. Vanhin lähde manuaalisesta käsittelystä oli tehty jo vuonna 1962.

PubMedin kautta hakusana *thoracolumbar fascia* tuottaa jo yli 5000 tulosta. Hakusana *fascia manipulation* puolestaan 117 osumaa. ScienceDirect -tietokanta yliopiston kirjaston kautta osoittautui tarkoitukseemme hyvin sopivaksi. Lehti Journal of Bodywork and Movement Therapies sekä hakusana *fascia manipulation* vuosilta 2012–2014 antoi meille uusimpia alkuperäisiä tutkimusartikkeleita aiheesta. ScienceDirect -tietokanta tarjosi hakusanalle *thoracolumbar fascia* 25 hakutulosta, kun vuosiluku oli rajoitettu vuosille 2010–2014. Näistä aiheeseemme sopivia sekä meille uusia tutkimuksia löytyi kaksi kappaletta. Tampereen Yliopiston Nelli-portaalin kautta pääsimme tutustumaan Spine-lehden arkistoihin OvidSP-tietokantaan (Wolters Kluwer Health). Täältä haulla *thoracolumbar fascia* löysimme 11 artikkelia.

## 4 FASKIA

Tässä luvussa käsittelemme faskia-sanana merkityksen vakiintumista kansainvälisesti ja kuinka jatkossa siihen liittyvää terminologiaa pyritään kontrolloimaan, jotta merkitys pysyisi kaikille samana. Esittelemme myös tärkeimpien ja arvostetuimpien tutkijoiden teorioita faskian anatomiasta ja fysiologiasta.

Faskian katsotaan olevan koko kehon kattava, keskeytymätön sidekudosverkosto. Kaikki kehon somaattiset rakenteet sulautuvat jollakin tapaa pehmeään sidekudosematriisiin eli faskiaan. Faskia on paikallisesti erikoistunutta kudosta, minkä tehtävä on suojata kehon eri rakenteita ja sitoa näitä toisiinsa, mutta myös jakaa näitä omiin lohkoihinsa. (Stecco & Stecco 2012, 25–33; Benjamin 2009,7.)

### 4.1 Faskioihin liittyvän termistön vakiintuminen

Faskian jatkuvuuden takia sen eri osioita on ollut vaikea eristää ja tutkia, mikä on johtanut epäselvyyksiin aiheeseen liittyvän nimikkeistön kehittämisessä. Faskioihin liittyvä nimikkeistö on saatu vasta hiljattain vakioitua Anatomisen terminologian federatiivisen kansainvälisen valiokunnan (FICAT) toimesta. Tarkka määritelmä on tärkeä niin tutkimusten kuin käytännön työnkin kannalta, sillä faskia on paikallisesti erikoistunutta eri kehonosissa. (Kumka & Bonar 2012, 180.) Myöskään pelkkä “syvä” tai “pinnallinen” faskia eivät riitä sanoina kuvaamaan faskiaa, sillä termien merkitys vaihtelee kansainvälisellä tasolla. Termejä on ollut vaikea määritellä ja olemme aiheeseen perehtyessämme huomanneet, että näiden merkitys on vaihdellut myös eri teorioitsijoista riippuen. (Kumka & Bonar 2012, 180.) Kaikki edellä mainittu johtuu myös siitä, että faskia -sanaan on yleisesti liitetty paljon erilaisia sidekudostyyppisiä. Toisin sanoen “faskia” voi sanana käsittää niin löyhän koko kehon kattavan sidekudoksen tai tarkkaan muovautuneita anatomisia rakenteita, kuten torakolumbaalisen faskian tai retinaculum-rakenteen. (Stecco 2011, 128.)

Kattava määritelmä faskiasta sai alkunsa ensimmäisessä kansainvälisessä faskiakongressissa (Fascia Research Congress) vuonna 2007 Bostonissa, USA:ssa. Määritelmässä korostettiin faskian keskeytymätöntä ja kolmiulotteista jatkuvuutta koko kehossa

suhteutettuna muihin sidekudoksen rakenteisiin. (Benjamin 2009, 214; Kumka & Bonar 2012, 180–182.) Kongressin tuloksena perustettiin järjestö nimeltä Fascia Research Society (FRS). Järjestön tarkoituksena on helpottaa ja tukea tiedonkulkua ja yhteistyötä kliinikoiden sekä tutkijoiden välillä, jotta tietämystä faskioista voitaisiin edelleen syventää. Parempi ymmärrys koko faskiajärjestelmää ja sen toimintaa kohtaan auttaisi näin sekä tutkimustyön että kliinisen työn ammattilaisia. (Stecco 2011, 128.) FRS-järjestö toimii Ida P. Rolf-tutkimussäätiön valvonnassa. Tohtori Rolf on kuuluisa faskiajärjestelmää koskevien havaintojensa ansiosta ja häntä voidaankin pitää eräänä edelläkävijänä faskiaverkoston tutkimisessa. (Keskinen 2013.) Rolf kehitti myös faskiakäsittelymenetelmän, joka perustuu faskiakerrosten muokkaamiseen kohdistamalla niihin voimakasta manuaalista painetta. Hänen mukaansa vaikutus perustui kudokseen kohdistetun energian (lämmön tai paineen) kyvystä muokata tuon kudoksen koostumusta tiheästä neste-mäisempään. (Schleip 2003, 12.)

## 4.2 Faskia on paikallisesti erikoistunutta

Usein luullaan faskian olevan vain hyvin tunnistettavissa olevia aponeurooseja ja ligamenteja, mutta se käsittää paljon muutakin. Kumka & Bonar (2012) ovat viitanneet Huijingin & Langevinin (2009) jakavan kaiken faskiakudoksen yhteensä 12 eri tyyppiin, joita he kuvailevat erikseen seuraavasti: dense connective tissue (tiheä sidekudos), areolar connective tissue (löyhä sidekudos), superficial fascia (pinnallinen faskia), deep fascia (syvä faskia), intermuscular septa (lihaskalvo), interosseal membrane (luuvälikalvo), periosteum (luukalvo), neurovascular tract (hermo- ja verisuonijuosteet), epimysium (lihaskalvo), endomysium (lihassykalvo) sekä intra- ja extramuscular aponeurosis (lihaksen sisäiset ja ulkoiset aponeuroosit). (Kumka & Bonar 2012, 185–188.)

Useat eri kirjailijat luokittelevat tämän epäjärjestelmällisen, niin sanotun oikean faskian, neljään pääasialliseen kerrokseen. Pinnallinen fascia (engl. pannicular fascia) on kehon uloin faskia, joka peittää koko kehon. Pinnallisen faskian alla on vartalon syvä faskia (engl. axial tai investing fascia), mikä jatkuu myös raajoihin ympäröiden siellä tuki- ja liikuntaelinjärjestelmän ja ligamentit sekä aponeuroosit, hermot ja verisuonet. Tämä faskiakerros toimii verkostomaisesti ja sen on oletettu siirtävän voimia eri lihasten välillä, mutta myös suojaavan elimiä ja auttavan kudosten välisessä liukumisessa. Meninge-



aalinen faskia puolestaan ympäröi neuraalikudoksia sekä viskelaarinen faskia sisäelimiä. (Willard 2012, 11–15.) Stecco viittaa myös Lancerotton (2011) jakavan faskian pinnalliseen kerrokseen, joka ympäröi koko kehoa. Sen alla sijaitsee samaan teorioitsijaan viitaten syvä faskia, joka on paksumpaa ja herkempää kuin pinnallinen faskia. Tämä faskiakerros ympäröi luita, lihaksen epimysium-kalvoja, jänteitä sekä ligamentteja. (Kumka & Bonar 2012, 185–188; Stecco 2011, 128.) Steccon (2011) mukaan olemassa on yleensä kolme erilaista faskiakerrosta. Näitä ovat pinnallinen, syvä sekä aivan lihaksen päällä sijaitseva epimysiumkerros. Eroa ei kerrosten välillä ole aina niin tarkasti määritelty, sillä kerrokset voivat olla vahvasti yhteydessä toisiinsa, varsinkin aponeuroosien kohdalla. (Stecco 2011, 128.) Kumka & Bonar (2012) jaottelevat kirjallisuuskatsauksessaan faskian anatomisten, biomekaanisten ja hermotuksellisten ominaisuuksien perusteella. He ehdottavat myös uutta tapaa jakaa ja määritellä faskia toiminnallisesti. (Kumka & Bonar 2012, 185–188.)

### 4.3 Solurakenne vaikuttaa faskian ominaisuuksiin

Schleip, Jäger & Klingler (2012) kirjoittavat, että solut muodostavat vain pienen osan faskiakudosten kokonaistilavuudesta. (Schleip, Jäger & Klingler 2012, 157–163.) Sidekudoksen perusaine on solunulkoinen matriksi eli soluväliaine (ECM). Matriksin tehtävä on suojata soluja mekaanisia voimia vastaan ja tarjota näille välitön elinympäristö. Matriksi koostuu pääasiassa kolmesta komponentista, joita ovat sidekudossäikeet eli kollageeni ja elastiini, suojaava ja sitova pohja-aines (engl. ground substance) koostuen glykosaminoglykaaneista, proteoglykaaneista sekä sidosproteiineista (engl. link proteins), jotka sitovat kollageenin solukalvoon. Myös suuri osa kehon vesimäärästä sijaitsee matriksissa. (Schleip ym. 2012, 157–163; Van den Berg 2012, 165–170.) Myersin (2012) mukaan matriksin on myös kyettävä muokkautumaan uudelleen sekä siirtämään voimia eri kudosten välillä (Myers 2012, 131).

Vaikka solut muodostavat vain pienen osan faskiakudosten kokonaistilavuudesta, niillä on kuitenkin merkittävä vaikutus faskiakudoksen rakenteellisiin ja toiminnallisiin ominaisuuksiin. Schleip, Jäger & Klingler sanovat että niin sanotut fibroblastit ovat yleisimpiä solumuotoja useiden eri solujen joukosta. (Schleip ym. 2012, 157–163). Myös Stecco C & A (2012) esittävät fibroblastien olevan syvässä faskiassa eniten esiintyvä solumuoto. Fibroblastit ovat Schleipin ym. (2012) määritelmän mukaan litteitä ja piden-

tyneitä faskian soluja, jonka molemmissa päissä on soluliman ulokkeita. Niitä muodostuu kaikissa kehon sidekudoksissa ja niiden tehtävä on tukea sekä sitoa muita rakenteita yhteen. (Schleip ym. 2012, 157–163; Stecco C & A 2012, 34.) Muutamia immuunisoluja kuten makrofageja löytyy myös faskiakudoksesta. (Schleip ym. 2012, 157–163.)

Kaikki faskian muodot sisältävät sidekudossolujen tuottamaa kollageenia ja elastiinia, mutta paikallisesti erikoistuneessa faskiassa kuitenkin solurakenne on myös paikoittain erilainen. Syvä faskia on raajoissa ja selässä yleensä erittäin tiheää sidekudosta, missä on paljon lähekkäin pakkautuneita kollageenisyytä. Stecco C & A (2012) esittävät raajojen faskioissa olevan kollageenia noin 20 prosenttia kaikkien solujen kokonaismäärästä, elastisten sidekudossyiden osuuden ollessa vain alle 1,5 prosenttia. (Lahtinen-Suopanki 2012; Schleip ym. 2012, 25–34; Stecco C & A 2012, 31–35.) Myös Benetazzon ym. (2010) tekemässä tutkimuksessa havaittiin, että raajojen syvässä faskiassa elastiinia on noin yksi prosentti, kun taas lihaksen epimysiumissa elastiinia on enemmän, noin 15 prosenttia. (Lahtinen-Suopanki 2012; Benetazzo, Bizzego, De Caro, Frigo, ym. 2010, 855.) Koska suuri osa syvän faskian solutyypeistä on vahvoja kollageenisyytä, kudokset eivät ole niin venyviä verrattuna esimerkiksi lihaksen epimysiumiin, joka sisältää enemmän elastiinia. Esimerkiksi hyvin kompressiovoimia kestävä faskiarakenne retinaculum ei sisällä ollenkaan elastisia syytä. Retinaculum eroaa syvästä faskiasta myös siten, että sen kollageenikimput ovat järjestäytyneet säännöllisemmin ja tiuhemmin sekä niiden kerrosten väleissä on vähemmän löyhää sidekudosta. Syvän faskian kollageenikuidut ovat järjestäytyneet aina myös spesifisti kerroksittain ja kerrosten väleissä on löyhää areolaarista sidekudosta. Areolaarisen sidekudoksen määrä faskiakerrosten väleissä paikallisesti kuitenkin vaihtelee, mistä johtuvat myös eri faskiatyyppien ominaisuudet. (Stecco C & A 2012, 25–30.)

Stecco C & A (2012) mukaan syvä faskia koostuu kollageenikimpuista, jotka ovat järjestäytyneet normaalitilanteessa hieman aaltomaisesti. Van Der Bergin (2012) mukaan aaltomaisuus ehkäisee kudosta reagoimasta stressiin liian nopeasti. Myös elastiinikuidut ja myofibroblastit voivat osin vaikuttaa kollageenin aaltomaisuuteen. (Stecco C & A 2012, 33; Van den Berg 2012, 165–170.) Kollageeni koostuu pitkistä proteiiniketjuista ja sen molekyylit ovat järjestyneet kolmiulotteisesti. Molekyyleillä on pietsosähköinen ominaisuus, mikä auttaa uudelleen järjestämään faskian rakennetta. (Van den Berg 2012, 165–170.) Elastiset kuidut ovat aminohappoketjuja kuten kollageenikin. Näiden tarkoitus on auttaa faskiaa mukautumaan paremmin venytykseen ja palauttamaan kudokset

normaalipituuteen venytyksen jälkeen. (Stecco 2009, 11; Van den Berg 2012, 165–170.)  
Elastiinin vuoksi syvä faskia saa osan sen biomekaanisista ominaisuuksista, vaikka faskian pääasiallinen mukautuminen perustuukin sen kerrosten väliseen liukumiseen toistensa lomassa. (Stecco C & A 2012, 25–28.)

Schleip, Jäger & Klingler (2012) viittaavat Yahian ym. tutkineen ensimmäistä kertaa vuonna 1993 ihmisen torakolumbaalista faskiaa ja sen oletettua itsenäistä supistumiskykyä. Tästä kolmen vuoden päästä sileiden lihasten tapaisten ja itsenäisesti supistuvien solujen olemassaolo dokumentoitiin. Schleip, Klingler & Lehmann-Horn (2004) jatkoivat tätä tutkimusta itsenäiseen supistumiseen kykenevistä torakolumbaalisen faskian soluista, jotka sisälsivät sileän lihaskudoksen aktiinisäikeitä. Tutkimushypoteesina tässä oli, että TLF ei olisikaan vaan passiivinen rakenne, vaan se sisältäisi niin sanottuja itsenäiseen supistumiseen kykeneviä myofibroblasteja. Vainajille tehdyn in vitro-tutkimuksen tuloksena selvisi, että näitä myofibroblasteja olisi enemmän torakolumbaalisen faskian posteriorisessa kerroksessa ja ne sijaitsevat tiheämmin ja aaltomaisemmin nuorilla kuin vanhemmilla henkilöillä. Schleip ym. pohti jo tuolloin, että nämä solut voisivat toimia merkittävänä osana esimerkiksi TLF:n voimantuotossa. (Schleip, Klingler & Lehmann-Horn 2004.) Schleipin ym. (2012) uudemman määritelmän mukaan nämä niin sanotut myofibroblastit ovat yhdistelmäsoluja, joissa on sekä fibroblastien että sileän lihaskudossolun ominaisuuksia. Niiden supistumispotentiaali olisi tavanomaista fibroblastia voimakkaampi. (Schleip ym. 2012, 157–163.)

Schleip ym. (2012) mukaan faskia sisältää myös sileän lihaskudoksen soluja, jotka ovat muun muassa mukana muodostamassa faskiassa kulkevia verisuonia. Schleip ym. (2012) tutkivat uudemmassa tutkimuksessaan torakolumbaalisesta faskiasta otettuja kudoksenäytteitä ja niiden sisältämän lihasaktiinin määrää. Kaikista tutkituista kudoksenäytteistä löytyi myös erikoistuneita fibroblasteja eli myofibroblasteja, vaikka niiden tiheydessä olikin vaihtelua alueittain. Joissakin torakolumbaalisesta faskiasta otetuista kudoksenäytteistä havaittiin jopa merkittävä myofibroblastien määrä. Määrällisesti myofibroblasteja esiintyy faskiassa tiheään patologisissa tiloissa, kuten jäätyneessä olkapäässä. Schleip ym. pohtivatkin, voisiko TLF joissakin tapauksissa kontraktoitua samalla tavalla kuin jäätynyt olkapää. Myofibroblastien supistumisvoima ei ole kuitenkaan niin voimakas ja nopea kuin tavallisella luurankolihasen solulla. Aikaisemmin tällaisia soluja oli raportoitu olevan vain haavan paranemisvaiheessa tai patologisissa kudoksen supistumistiloissa. (Schleip ym. 2012, 158–160.) Myofibroblasteja kemiallisesti stimuloides-

sa on todettu näiden supistumisen kestävän jopa useita minuutteja (Hoheisel, Taguchi & Mense 2012, 95; Schleip ym. 2012, 158–160). Myofibroblastit ovat Benjaminin (2009) mukaan erikoistuneet varsinkin mekaanisten voimien siirtoon ja kommunikoivat toistensa kanssa aukkoliitosten avulla (Benjamin 2009,3). Myofibroblastien olemassaolosta ja toiminnasta kiistellään vielä teorioitsijoiden kesken, joten jäämme odottamaan tarkempia tutkimuksia aiheesta (Hoheisel ym. 2012, 95).

Faskian viskoelastisuuden ja suuren nestepitoisuuden vuoksi kudosis pöystyy palautumaan alkuperäiseen muotoonsa stressin jälkeen. Lisäksi matriksissa sijaitsevan suuren vesimäärän vuoksi faskiakerrosten välinen liukuminen toistensa lomassa ilman hankausta mahdollistuu. Esimerkiksi monissa faskian patologisissa muutoksissa faskian sisältämä vesimäärä vähenee ja tästä seuraa lisääntynyt kitka kerrosten välillä ja liikkuvuuden vähentyminen. (Van den Berg 2012, 165–170.) Myös lämpötilalla on esitetty olevan vaikutus faskian ominaisuuksiin ja lämmön koetaankin rentouttavan faskiaa (Schleip ym. 2012, 157–163).

#### **4.4 Pinnallinen faskiakerros**

Pinnallinen faskia sijaitsee suoraan epidermoksen ja dermoksen alapuolella. Pinnallinen faskia jakaa Steccon määritelmän mukaan ihonalaisen rasvamaisen sidekudoskerroksen kahteen kerrokseen: pinnalliseen (SAT) ja syvään (DAT) kerrokseen. Pinnallinen kerros sisältää rasvaliuskoja järjestäytyneinä ”hunajakennomaisesti” väliseinämien lomiin. Kerroksia voi olla useita henkilön ominaisuuksista ja etenkin kehonkoostumuksesta riippuen. SAT:n sidekudosväliseinät ovat vahvoja ja kiinnittävät dermoksen alla oleviin kudoksiin. Väliseinät ovat tässä pystysuorassa ihoa kohti, toisin kuin syvässä kerroksessa. Syvän kerroksen eli DAT:n väliseinät suuntautuvatkin viistomaisesti pinnallisen ja syvän faskian välissä. Syvä kerros ei ole niin tiivistä kuin pinnallinen kerros sekä elastisiin osuista on rajoittunutta. Täällä voikin olla yksi selitys sille, miksi ihonalainen kudosis pystyy liukumaan niin hyvin syvän faskian päällä. (Stecco, Macchi & Porzionato 2011, 129–130.)

Pinnallista faskiaa on joka puolella kehoa ja sen paksuus vaihtelee alueittain sekä yksilön muista ominaisuuksista riippuen. Pinnallinen faskia sisältää paljon harvasti järjestyneitä kollageenisyytiä, mutta myös joitain elastisia syytiä. Vartalon alueella faskian on

havaittu olevan paksumpaa ja tiheämpää, raajoja kohti se ohenee. (Benjamin 2009, 3; Stecco ym. 2011, 130.) On myös joitakin kohtia, joissa iho on tiukasti sidoksissa alla oleviin kudoksiin, mikä estää tai rajoittaa liikkumista. Näitä ovat esimerkiksi kämmenten ja jalkapohjien aponeuroosit, jossa löyhä faskia on vähäistä. Itse asiassa sitä ei ole lainkaan kämmenen puolella eikä interphalangeaalinelven kohdalla, missä iho on heti kiinnittynyt jännetuppeen. (Benjamin 2009, 3.)

Pinnallinen faskia on tiuhaan hermotettua ja verisuonitettua aluetta, ja sen tehtävä on helpottaa ihon liukumista syvän faskian päällä, etenkin nivelten alueilla. Lisäksi sen tärkeä funktio on suojata ihonalaisia rakenteita, erityisesti verisuonia, sekä hyvän hermotuksensa vuoksi vastaanottaa proprioseptista palautetta. Ihmisillä on pinnallisessa faskiassa runsaasti rasvaa, mikä kompensoi vähäistä karvoitusta. Näin ollen pinnallisella faskialla on tärkeä rooli myös lämmönsäätelyssä. (Benjamin 2009, 1.) Pinnallinen faskia myös varastoi runsaasti rasvaa sekä vettä ja kaksi kolmasosaa elimistön nesteistä sijaitsee juuri faskiarakenteissa. Tästä syystä muutokset kehon vesipitoisuudessa muuttavat myös faskian ominaisuuksia. Pinnallinen faskia sisältää paikoin myös ohuita lihaksia. (Lahtinen-Suopanki 2012, 28; Keskinen 2013.)

#### **4.5 Syvä faskiakerros**

Syvä faskia on englannin kielellä deep fascia tai latinaksi fascia profunda. Se on mielenkiintoinen tarkastelun kohde, sillä sen uskotaan muodostavan kolmiulotteisen verkoston koko elimistöön toimien voimien ja informaation välittäjänä nivelten ja eri lihasryhmien välillä. Syvä faskia sulautuu saumattomasti luihin, luukalvoihin, lihaksiin, jännteisiin ja ligamentteihin (Lahtinen-Suopanki 2012; Luomala ym. 2013, 1–2; Willard ym. 2012, 509.) Se on ominaisuuksiltaan ja ulkomuodoltaan erilaista sidekudosverkkoa kuin pinnallinen faskia, esimerkiksi sen kollageenikuidut ovat järjestäytyneet tiheimmin kuin pinnallisessa faskiassa. Kirjallisuudessa tämä on juuri se faskiakerros, joka on helposti tunnusteltavissa. Monesti termillä ”faskia” viitataan juuri tähän syvään faskiakerrokseen. (Benjamin 2009, 2–4.) Syvä faskia sijaitsee heti pinnallisen faskian alla, mutta lihaksen epimysiumin päällä ja se on helposti erotettavissa lihaksen epimysiumista varsinkin raajojen alueella, eikä se ei ole suoraan yhteydessä lihasrunkoon kuin vasta nivelten ja lihasten kiinnitys- ja lähtökohtien alueella. (Lahtinen-Suopanki 2012, 28; Stecco ym. 2011, 128–134; Stecco C & A 2012, 25–28.)

Syvä faskia voidaan jakaa vielä kahteen eri muotoon sen sijainnin perusteella. Axiaalinen syvä faskia ympäröi keskivartalon lihaksia ja appendiculaarinen syvä faskia ympäröi raajojen lihaksia. (Willard ym. 2012, 509.) Axiaalista faskiaa, mikä sijaitsee poikkihaarakkeiden anteriorisella puolella ja saa hermotuksensa selkäytimen etuhaarasta, kutsutaan hypaxiaaliseksi faskiaksi. Epaxiaaliseksi faskiaksi taas kutsutaan sitä osaa, joka on poikkihaarakkeiden posteriorisella puolella ja saa hermotuksensa selkäytimen takahaarasta. Torakolumbaalisen faskian posteriorisen kerroksen syvää faskiakerrosta on tyypillisesti kutsuttu epaxiaaliseksi faskiaksi. Hypaxiaalinen ja epaxiaalinen faskia kuitenkin sulautuvat yhteen selkärangan poikkihaarakkeiden kohdalla ja kerrokset muodostavat yhdessä lihastenvälisen septan eli eräänlaisen väliseinän, joka kiinnittyy poikkihaarakkeisiin. Epaxiaalinen faskia jakaantuu kahteen pitkittäiseen "sylinteriin" okahaarakkeiden kohdalla. (Willard ym. 2012, 509.)

Rakenteeltaan syvä faskia on kuin yhtenäinen kalvo, joka yhdistää eri kudokset toisiinsa. Syvä faskia toimii myös lihasten kiinnityskohtina raajoissa ja muodostaa aitoja lihaksille, hermoille, verisuonille sekä muille elimille, erotellen nämä omiin lohkoihinsa (Benjamin 2009,7; Stecco C & A 2012, 33, 25–28.) Syvä faskia osallistuu mekaaniseen koordinaatioon eri lihasten välillä sen monien myofaskiaalisten liitoksien ansiosta (Stecco, Gilliar, Hill & Fullerton 2013). Syvä faskia myös liittyy eri rakenteita kuten luita ja luuvälikalvoja yhteen (Benjamin 2009,7). Alaraajoissa syvän faskian tarkoitus on myös mahdollistaa liukuminen eri kudosten välillä ja Benjaminin (2009) mukaan lisäksi edesauttaa lymfa- ja verenkierron kulkua. (Benjamin 2009, 9; Stecco C & A 2012, 25–28.)

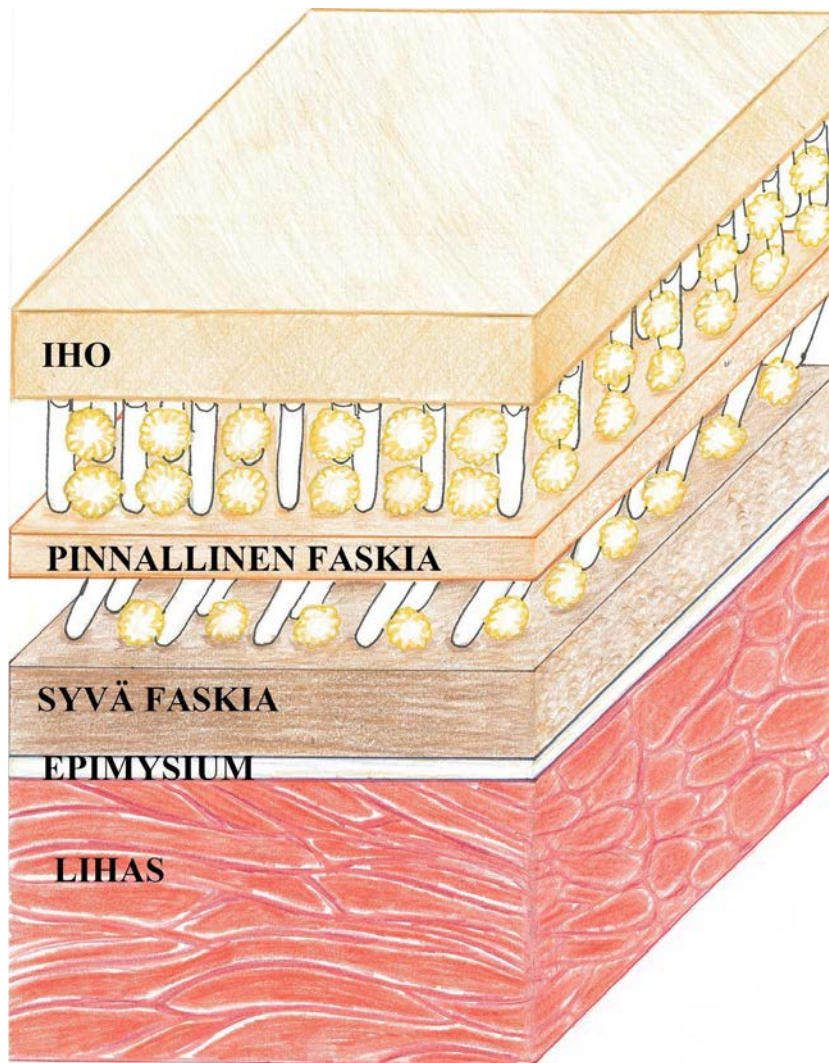
Syvällä faskialla on siis monia eri tehtäviä elimistössä ja se onkin paikallisesti erikoistunutta sekä eri tavoin toimivaa. Esimerkiksi raajojen syvä faskia eroaa paksuudeltaan ja ominaisuuksiltaan opinnäytetyön aiheenamme olevasta torakolumbaalisesta faskiasta tai vaikkapa plantaarifaskiasta. Torakolumbaalisen faskian on oltava huomattavasti kestävämpää kuin raajojen syvän faskian. Plantaarifaskian kerrosten väleissä ei taas voi tapahtua niin paljoa liukumista. Näin ollen syvän faskian paksuus, sen kerrosten lukumäärä sekä ominaisuudet vaihtelevat raajojen ja vartalon alueella roolista riippuen. (Schleip ym. 2012, 25–28; Stecco ym. 2011.) Stecco C & A (2012) ovat esittäneet, että raajoissa paksuuden on mitattu olevan noin yhden millimetrin luokkaa. Olkapään alueella syvä faskia on melko ohutta ja pectoraalisen faskian keskimääräiseksi paksuudeksi on kuvat-

tu 151 mikrometriä, kun taas brachiaalisen faskian keskimääräiseksi paksuudeksi on mitattu 863 mikrometriä. Etureiden faskian paksuus on ollut 944 mikrometriä. Faskian ominaisuuksiin vaikuttavat alueelliset erot kerrosten paksuuksissa voivat olla huomattavia. (Keskinen 2013; Stecco & Stecco 2012, 25–29.) Varsinkin syvän faskian ja luuvälikalvojen liitosalueiden kohdat ovat paikallisesti paksumpia (Benjamin 2009, 7).

Syvällä faskialla on kerroksittainen rakenne (engl. fascial sheets) ja se muodostuu kahdesta tai kolmesta kollageenisäiekerroksesta riippuen sen sijainnista. Yhden kerroksen säikeet kulkevat aina samansuuntaisesti ja niiden kulkusuunta vaihtelee kerroksittain. Säikeiden kulkujärjestys on siis erilainen eri kerroksien välillä. Tämä järjestys voidaan havaita Steccon mukaan kaikkialla raajoissa. Stecco esittääkin, että syvän faskian kerrokset ovat järjestäytyneet raajoissa toisiinsa nähden eri suuntiin aina 78 asteen kulmassa. Yhdessä näillä kerroksilla on vahva vetolujuus. (Stecco ym. 2011, 131.)

Faskia on ominaisuuksiltaan hyvin plastista ja liikkeisiin mukautuvaa, joten muiden ominaisuuksien kuin elastisen venymisen on mahdollistettava tämä. Säiekerrosten liukuminen toistensa lomassa sekä niiden toisiinsa nähden vino kulkusuunta ovat osa näitä ominaisuuksia. (Lahtinen-Suopanki 2012, 28; Myers 2009, 22.) Syvä faskia sisältää paikoittain myös areolaarista sidekudosta kerrosten väleissä. Tämä ohut ja löyhä sidekudoskerros yhdessä voiteluaineen tapaan toimivan hyaluronihapon kanssa mahdollistavat osaltaan eri kerrosten välisen liukumisen. Tärkeä ominaisuus syvälle faskialle ja sen toiminnalle on juuri se, että nämä sen kerrokset pääsevät liukumaan toistensa lomassa optimaalisesti. Esimerkiksi raajoissa syvän faskian kerrosten väleissä on runsaasti areolaarista faskiaa, joka sisältää hyvin vettä sitovaa hyaluronihappoa. (Stecco C & A 2012, 25–28, 34.)

Viime vuosina syvän faskian toimintaa on alettu tutkimaan tarkemmin ja on esitetty, että se pystyy varaamaan elastista energiaa ja siirtämään lihasten tuottamia voimia nivelten yli. Näin jatkuvuus myokineettisessä ketjussa voisi säilyä. (Lahtinen-Suopanki 2012; Keskinen 2013.) Keskinen viittaa Huijingin (1999) väitteeseen, että 70 prosenttia lihassupistuksesta voisi siirtyä suoraan jänteisiin, mutta jopa 30 prosenttia lihasvoimasta välittyisi pelkästään faskiarakenteiden välityksellä. (Keskinen 2013.)



KUVA 1. Poikkileikkaus faskiakerroksista (Stecco ym. 2011, 129, muokattu)

#### 4.6 Faskiaverkosto ja eri kirjailijoiden teoriallelleja

Faskiarakenne TLF on osa koko kehon kattavaa, syvää faskiaverkostoa, mistä monet eri teoritsijat ovat esittäneet omia teoriallellejaan. Ne ovat kuitenkin perustuneet kirjailijoiden omiin kokemuksiin aiheesta, vaikka niissä on mukana teoriapohjaa neurologian sekä fysiologian näkökulmasta. Näistä esimerkiksi kirjailija Kurt Tittelin käyttämät “muscle slingit”, joihin kuuluu tiettyjä lihasketjuja, jotka toimivat kokonaisuutena urheillessa ja liikkuesssa. Herman Kabatilla on puolestaan PNF-teoria ja Leopold Busquetin teoriallelleiin kuuluu staattinen faskiaketju sekä neljä dynaamista lihasketjuja. Yksi tunnetuimmista ja suosituimmista teoriallelleista on kuitenkin Thomas Myersin meridiaaniteoriaan perustava malli, “Anatomy Trains”. Yhteistä kaikille malleille on kuitenkin se, että koko faskiaalinen yksikkö toimii aina kokonaisuutena. (Richter 2012,



123–130.)

Anatomy Trainsin tarkoituksena on kuvata yhteisiä reittejä lihaskalvojen ulompien kerrosten välisen funktionaalisen voimansiirron kannalta. Niillä on yhteistä taustaa myös akupunktuurimeridiaanien kanssa, mutta ne perustuvat kuitenkin kokonaan faskia-anatomiaan. Myers kuvaa mallinsa mukaan 12 erilaista faskialinjaa, joista niin sanottu “back functional line” eli selänpuoleinen toiminnallinen linja on vahvasti mukana TLF:n toiminnassa. Tähän linjaan kuuluvat Myersin mukaan m. latissimus dorsi, lumbosacral fascia eli TLF, m. gluteus maximus sekä m. vastus lateralis. (Myers 2012, 133.) Suomennetussa kirjassaan Myers käyttää termejä kuten juna, raide, asema sekä vipu vertauskuvina kehon rakenteille. Yksi Anatomy Train on yksi myofaskiaalinen meridiaani eli lihaskalvojen yhdistämä lihasketju. (Myers 2012, 4.)

Anatomy Trains tarjoaa kuitenkin vain kartan ja skeeman, eikä linjan sisäisen voimansiirron määrää ole mitenkään tieteellisesti todistettu. Uudet tutkimuskeinot voivat paljastaa jopa uusia skeemoja tämän tilalle. Kuitenkin kliininen havainnointi sekä välittömät vainajilla tehdyt tutkimukset tukevat kuitenkin teoriapohjaa. Myers korostaa että teoriapohja ei ole hoitokeino, vaikka näitä faskialinjoja voidaankin hyvin hyödyntää kuntoutuksessa ja fysioterapiassa sekä manuaalisessa terapiassa. Hänen mukaansa myofaskiaaliset meridiaanit toimivat kokonaisuutena asennon ylläpidossa. Meridiaanit samanaikaisesti jännityksensä avulla stabiloivat kehoa, mutta sallivat kuitenkin luuston liikkeitä sekä normaalin liikkumisen (Myers 2012, 133–135.) Myersin (2012) Anatomy Trains-kartta tarjoaa hänen omien sanojensa mukaan täydennystä ja joissain tapauksissa vaihtoehdon perinteiselle näkemykselle lihasten toiminnasta. Stabiliateetti, rasitus, jännitys, kimmoisuus sekä vaikutukset kehon asentoon jakaantuvat Myersin mukaan eri puolille kehoa näiden ketjujen välityksellä. Hän esittelee kirjassaan joitakin dissektion avulla saatuja näytteitä, mutta myöntää itsekkin, että on aivan liian varhaista väittää faskiaalisten meridiaanien olevan absoluuttinen totuus. Lisätutkimuksia näiden linjojen toimintamekanismeista tarvitaan ehdottomasti lisää. Toistaiseksi Anatomy Trains-konsepti esitellään ainoastaan mahdollisesti hyödyllisenä vaihtohtokarttana kehon myofaskian pitkittäisyhteyksille. (Myers 2012, 1-4.)

#### 4.7 Faskia aistivana elimenä

Faskiarakenteissa on esitetty olevan tiheästi afferenttia hermotusta. Faskia sisältää runsaasti mekanoreseptoreita sekä nosiseptoreita, jotka vastaanottavat proprioseptista palautetta kuljettaen tämän keskushermostoon. Tämä ominaisuus tekee faskiasta aistivan elimen, eikä faskiaa voida nähdä pelkästään passiivisena rakenteena. Stecco ym. (2011) on esittänyt, että faskia sisältää kymmenenkertaisen määrän sensorisia hermopäätteitä sitä ympäröiviin lihasspindeleihin suhteutettuna. (Lahtinen-Suopanki 2012; Stecco ym. 2011, 133.) Raajoissa hermosolujen osuus faskian tilavuudesta voisi olla jopa 1,2 prosenttia. Raajojen syvä faskia on yhteydessä faskiakerrosten väleissä kulkeviin suurempiin verisuoniin. Syvä faskia on yhteydessä myös hermoihin, muodostaen näille molemmille rakenteille suojaavat tupet. Löyhä sidekudos faskiakerrosten välillä suojaa myös verisuonia sekä hermoja syvään faskiaan kohdistuvalta vedolta. Faskiaa hermottavat solut ovat myös yhdistyneet kollageeniin ja sijaitsevat kohtisuorassa toisiinsa nähden. On siis mahdollista, että nämä hermopäätteet voivat aktivoitua kollageenin venytyksestä. (Stecco C & A 2012, 34–35.)

Faskian mekanoreseptoreita ovat Golgin jänne–elimet, Pacinin ja Ruffinin hermopäätteet sekä näiden niin sanotut välimuodot. Varsinkin Ruffinin ja Pacinin hermopäätteiden toiminnan on oletettu olevan merkittävää proprioseptiikan kannalta. (Keskinen 2013; Schleip 2003; Stecco ym. 2012, 34–35.) Reseptorit jakaantuvat eri luokkiin korkean ja alhaisen ärsytyskynnyksen sekä niiden adaptaation mukaan. Proprioseptisia päätteitä on huomattavasti enemmän syvän ja pinnallisen faskian välissä nivelten alueella. Tästä esimerkkinä faskiarakenne retinaculum, joka on tiheimmin hermotettu verrattuna itse nivelkapseliin. Mekanoreseptoreita ja nosiseptoreita löytyy yleensä varsinkin retinaculumin läheltä. (Keskinen 2013; Lahtinen-Suopanki 2012; Stecco ym. 2012, 25–34.) Retinaculumin on katsottu olevan vyöntapainen paksuuntuma tiheää sidekudosta lähellä niveltä, mikä estää niveltä menemästä sijoiltaan auttaen niveltä longitudinaalisessa liukumisessa (Benjamin 2009, 5; Lahtinen-Suopanki 2014, 28). Keskinen (2013) mukaan ohuemmat faskiakerrokset sisältävät enemmän proprioseptoreita ja paksimmat kerrokset ovat puolestaan erikoistuneet enemmän tension välittämiseen (Keskinen 2013).

Benjamin (2009) viittaa Stecon ym. (2008) mukaan syvän faskian hermotuksen toimivan yhdessä siihen liittyvien lihasten kanssa. Tutkimus aiheesta on kuitenkin vielä aluillaan, eivätkä kaikki kirjailijat ole samaa mieltä asiasta. (Benjamin 2009, 4.) Vaikka faskia on tiheään hermotettua, niin hermot jotka kulkevat faskiassa, eivät välttämättä hermotta faskiaa vaan täysin muita rakenteita (Hoheisel ym. 2012, 95). Schleip ym. (2012) kirjoittaa, että autonominen hermosto vaikuttaa myofibroblastien supistumiseen ja tästä seuraavaan faskian jännitykseen eri viestiaineiden ja happoemästäsapainon säätelyn kautta. Faskiaa taas mekaanisesti stimuloimalla, esimerkiksi manuaalisen käsittelyn kautta, voidaan vaikuttaa faskian mekanoreseptoreiden toimintaan ja saada näin aikaan muutoksia autonomisen hermoston toiminnassa. (Schleip ym. 2012, 162.)

Faskialla on siis tiheää afferenttia hermotusta ja tärkeä rooli proprioseptiikan kannalta. Myös Benjamin (2009) kertoo katsauksessaan, että useiden tutkijoiden löydökset kertovat faskian olevan yleisesti hyvin hermotettua. Vapaita ja kapseloituneita hermopäätteitä on löytynyt runsaasti myös aiheenamme olevasta torakolumbaalisesta faskiasta. (Benjamin 2009, 6; Hoheisel ym. 2012, 95.) Hoheisel, Taguchi ja Mense tutkivat vuonna 2010 TLF:n hermotusta rottakokein. He löysivät rotilta kolme TLF:n kerrosta kuten ihmisilläkin ja analysoivat jokaista sen solua immunohistokemiallisin menetelmin. Tutkimuksesta selvisi muun muassa, että selkäytimen takasarven neuronit saavat proprioseptista palautetta ja hermotusta TLF:stä. Torakolumbaalista faskiaa voidaan pitää tämänkin vuoksi eräänlaisena sensorisena elimenä. (Hoheisel ym. 2012, 95–100.) Hoheisel ym. kirjoittavat, että Yahian ym. (1992) tutkimukseen viitaten nosiseptoreiden eli kipua aistivien hermopäätteiden johdosta TLF voi toimia myös kivun lähteenä epäspesifeissä alaselkäongelmissa. Varsinkin vapaat, kapseloitumattomat hermopäätteet voisivat olla enemmän kipuun reagoivia. Benjamin mainitsee kuitenkin leikkauksia, joissa selkävaikeuksista kärsivien potilaiden TLF:sta ei ollut löytynyt ainuttakaan hermoa. (Benjamin 2009, 6; Hoheisel ym. 2012, 95.) TLF:n hermotuksesta on kuitenkin liian vähän tutkittua tietoa väitteeseen nähden ja myös tutkimustulokset ovat olleet hieman ristiriitaisia eri tutkijoiden keskuudessa (Hoheisel ym. 2012, 95–96).

## 5 TORAKOLUMBAALISEN FASKIAN ANATOMIA JA FYSIOLOGIA

Tässä luvussa esittelemme torakolumbaalisen faskian rakennetta tämänhetkisen tutkimustiedon pohjalta. Perehdymme eri tutkijoiden kuvailemiin anatomisiin malleihin torakolumbaalisesta faskiasta, esimerkiksi kahden- ja kolmen kerroksen teoriamalleihin. Teoriatiedon lisäksi havainnollistamme eri torakolumbaalisen faskian rakennetta kuvaavia malleja kuvien avulla.

### 5.1 Torakolumbaalisen faskian rakenne ja sijainti

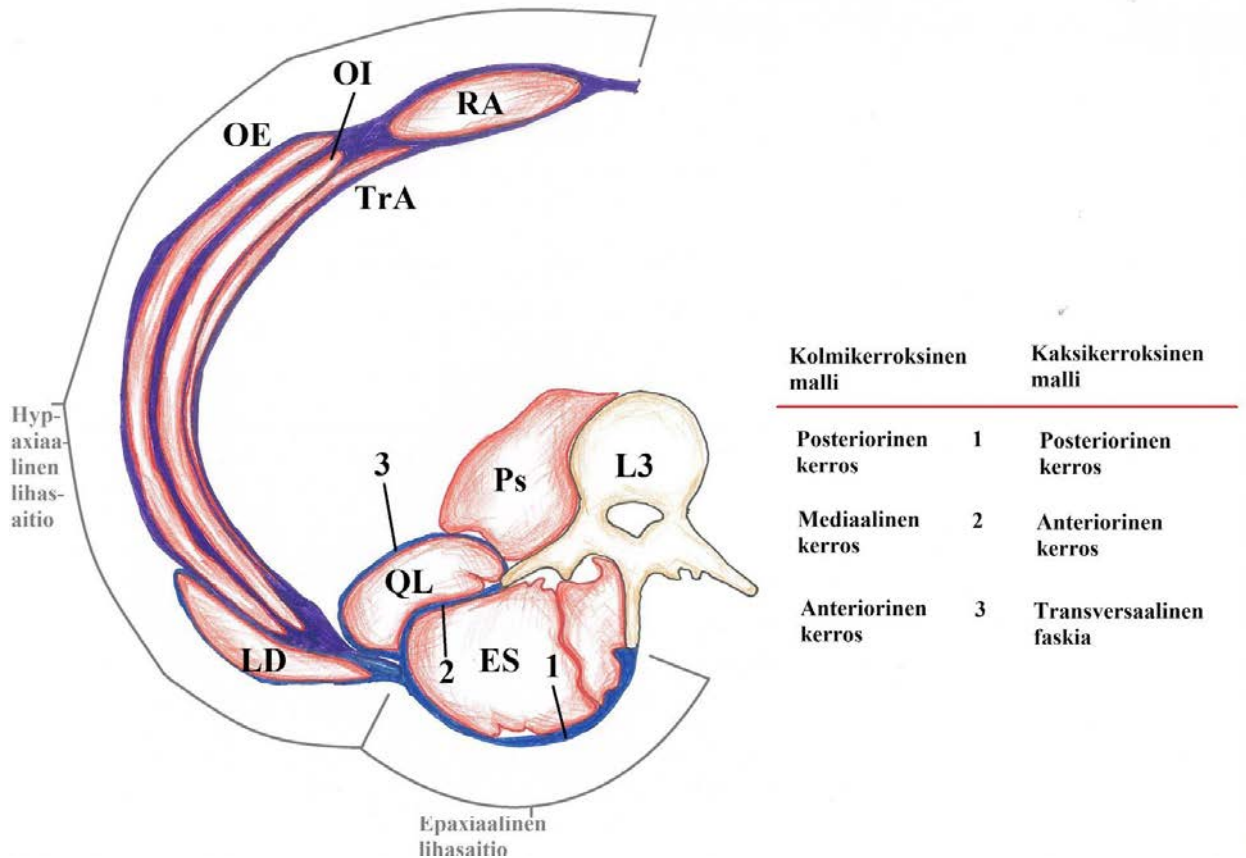
Torakolumbaalinen faskia eli TLF on selässä sijaitseva syvä faskia, joka levittäytyy sekä lanne- että rintarangan alueelle ja peittää erector spinae-lihaksiston (Benjamin 2009, 14). TLF koostuu sekä faskiakudoksesta että aponeuroottisista rakenteista (Willard ym. 2012, 508–509). Willard ym. (2012, 508–509) viittaavat kirjallisuuskatsauksessaan Federative Committee on Anatomical Terminologyn määritelmään (1998), jonka mukaan näiden kahden kudostyyppin ero on siinä, miten ja kuinka tiheään niissä olevat kollageenikuidut ovat järjestäytyneet. Faskialle ominaista on kollageenin epäsäännöllinen järjestys, mikä mahdollistaa rakenteen joustavuuden moneen eri suuntaan. Aponeuroosi taas on kuin leveä, litistynyt jänne, eli sen kollageenikuidut ovat järjestäytyneet säännöllisesti vain yhteen tiettyyn suuntaan, suoden rakenteelle vetolujuutta vain tähän suuntaan. Yleisesti TLF:aan viitataan kuitenkin vain käsitteellä faskia. (Willard ym. 2012, 508–509).

Benjamin toteaa katsauksessaan (2009), että mediaalisesti TLF kiinnittyy rintarangan okahaarakkeisiin ja lateraalisesti kylkiluihin niiden kulmien lähelle. Myös lannerangan alueella mediaalinen kiinnityskohta on okahaarakkeissa mutta täällä TLF muodostaa myös vahvan, lateraalisesti vatsaontelon seinämän tasaisiin lihaksiin kiinnittyvän aponeuroosin. Kaudaalisesti TLF kiinnittyy iliolumbaaliseen ligamenttiin, suoliluun harjuun sekä SI-niveleen. Kiinnittyessään laajalti rangan okahaarakkeisiin, TLF kiinnittyy myös niiden välisiin ja niiden päällä oleviin ligamentteihin sekä fasettinielven kapseleihin. (Benjamin, 2009, 14.)

Barker ja Briggs (2007) viittaavat Farfaniin (1995) kertoessaan kaikkien TLF:n kerrosten yhdistyvän lateraaliseen sidekudossaumaan (lateral raphe) 12. kylkiluun ja suoliluun harjun väliin. Tähän saumaan liittyy myös useita lihaksia kuten poikittainen vatsalihas (TrA), sisempi vino vatsalihas (OI) ja ulompi vino vatsalihas (OE) sekä useat raajoihin kiinnittyvät lihakset kuten leveä selkälihas (LD). (Barker & Briggs 2007, 64; Schuenke, Vleeming, Van Hoof & Willard 2012, 568–569) Tämä TLF:n lateraalinen reuna toimii myös hypaxiaalisten ja epaxiaalisten lihasten risteyskohtana (Schuenke ym. 2012, 568–569). TLF:sta tulee erittäin näkyvä varsinkin lannerangan kaudaalipäässä, missä sen monet aponeuroottiset kerrokset sulautuvat yhteen muodostaakseen paksun tuen suoliluunharjujen väliin istuinkyhmyihin saakka (Willard ym. 2012, 508).

## **5.2 Kolmen ja kahden kerroksen teorianmallit**

Tutkijoiden keskuudessa on erimielisyyttä siitä, jakaantuuko TLF kahteen vai kolmeen erilliseen kerrokseen. Nämä teorit ovat hyvin samankaltaisia ja suurin eroavaisuus niiden välillä on nimi, jolla kutsutaan QL:sta anteriorisesti sijaitsevaa kalvoa, ja kuinka suuri merkitys tällä on alueen voimansiirrossa. (Willard ym. 2012, 511–512.) Willard ym. (2012) tutkivat eri mallien eroja kirjallisuuskatsauksessaan, jossa on esitetty kolmi-kerroksisen rakenteen jakautuvan posterioriseen (PLF), mediaaliseen (MLF) sekä anterioriseen (ALF) kerrokseen. He viittaavat Hollinsheadiin (1969), jonka mukaan kaksi-kerroksisen mallin rakenteessa on sen sijaan posteriorinen ja anteriorinen kerros sekä erikseen QL:n anteriorisella puolella sijaitseva vatsaontelonseinämän transversaalisen faskian jatke. (Willard ym. 2012, 511–512.)



KUVA 2. Kaksi- ja kolmikerroksisten mallien vertailua poikkileikkauksessa L3-nikaman tasolta. Ps = m. psoas major, QL = m. quadratus lumborum, ES = m. erector spinae, LD = m. latissimus dorsi, OE = m. obliquus externus, OI = m. obliquus internus, RA = m. rectus abdominis (Willard ym. 2012, 511, muokattu)

Willard ym. (2012, 512) kertovat kirjallisuuskatsauksessaan, että anatomian professori Leo Testut oli jo vuonna 1899 esittänyt teorian TLF:n kolmikerroksisesta mallista. Heidän mukaansa myös Grant's Atlas of Anatomy (1972) esitti toisessa painoksessaan kolmikerroksisen mallin, mutta vaihtoi sen kaksikerroksiseen malliin kirjan kuudennes- painoksessa. (Willard ym. 2012, 512.) Myös anatomian kirjailija Bogduk (2005) jaottelee torakolumbaalisen faskian kolmeen kerrokseen, jakaen näin kaikki lannerangan alueen lihakset omiin osioihinsa. (Bogduk 2005, 110.)

Richardsonin ym. (2005) mukaan torakolumbaarinen faskia muodostuu kolmesta kerroksesta, mitkä yhdistyvät kaikki erector spinae-lihasten lateraalireunaan. (Richardson ym. 2005, 33.) Myös Benjamin (2009) luottaa omassa kirjallisuuskatsauksessaan kolmen kerroksen teoriaan, mikä onkin nykyään yleisempi näkemys tutkijoiden keskuudes-

sa. Hänen mukaansa anteriorinen sekä mediaalinen kerros ympäröivät QL:a ja keskimäinen yhdessä posteriorisen kerroksen kanssa muodostavat eräänlaisen tupen ES- ja Mf-lihaksille. (Benjamin, 2009, 14). Tästä hieman poikkeavan näkemyksen ovat esittäneet Schuenke ym. (2012), jotka tutkivat tarkemmin paraspinaalilihaksia ympäröivää tuppea balsamoiduilla vainajilla. Heidän mukaansa tuo "paraspinaalinen pidäketuppi" (paraspinal retinacular sheath, PRS) näyttäisi muodostuneen TLF:n posteriorisen kerroksen (PLF) syvästä kerroksesta, ollen täysin erillään MLF:sta sekä PLF:n pinnallisesta kerroksesta. Horisontaalitasossa PRS ulottuu molemmilla puolilla okahaarakkeista poikkihaarakkeisiin muodostaen näin kaksi "sylinderiä" selkärangan molemmille puolille. (Schuenke ym. 2012, 568–569.)

### 5.3 Anteriorinen faskiakerros

Barkerin ja Briggsin (2007) mukaan TLF:n anteriorinen kerros peittää QL:n, liittyy mediaaliseen kerrokseen lateral raphen kohdalla ja kiinnittyy mediaalisesti jokaisen lannerangan poikkihaarakkeiden anterioriseen pintaan. ALF on kalvomainen ja paksuudeltaan noin 0.1 mm eikä se juurikaan kykene siirtämään jännitteitä. (Barker & Briggs 2007, 64.) Myös Bogdukin (2005) mukaan anteriorisen kerroksen faskia on melko ohutta verrattuna muihin TLF:n kerroksiin. Tämä faskiakerros on tiiviisti yhteydessä QL-lihaksen epimysiumiin, saaden myös alkunsa tästä kalvosta. (Bogduk 2005, 110.)

Willard (2012) on kuvannut kirjallisuuskatsauksessaan anteriorista kerrosta vatsaontelon sisäseinämän faskian eli transversaalisen faskian jatkeeksi, mutta ei ole kuitenkaan pitänyt näitä kahta samana rakenteena, kuten jotkut muut kirjoittajat. Hän käyttää katsauksessaan kolmen kerroksen teoriaan kuuluvaa terminologiaa, mutta toteaa, että kaksi-kerroksinen malli saattaa kuitenkin olla lähempänä totuutta. ALF on ohuempi kuin MLF ja PLF eikä näin ollen ehkä kykene välittämään vatsalihasten tuottamaa voimaa selkärangan. (Willard ym. 2012, 512, 533.)

### 5.4 Mediaalinen faskiakerros

Kolmen kerroksen mallin mukainen mediaalinen eli keskimäinen kerros sijaitsee QL:n takana. Se kiinnittyy mediaalisesti myös lannerangan poikkihaarakkeisiin, mutta

vain näiden päihin ollen poikkihaarakkeiden välisten ligamenttien (lig. intertransversarii) jatkeena. Vleemingin (2012) mukaan MFL:n yhteydet poikkihaarakkeisiin ovat vahvat. Lateraalisesti se on jatkoa poikittaisen vatsalihaksen aponeuroosille. (Vleeming 2012, 40; Bogduk 2005, 110.) MLF:aan kiinnittyy lihassäikeitä myös LD:sta, OI:sta ja OE:sta. Näiden lihasten kiinnityskohdat ovat TrA:n laajaan aponeuroottiseen kiinnitykseen verrattuna pienet ja lihaksiset, ja OI:n sekä LD:n lihassyty ovat suuntautuneet lähes kohtisuoraan MLF:n säikeiden kulkusuuntaan nähden. (Barker & Briggs 2007, 65.) Barker ja Briggs (2007) kertovat Bogdukin & Macintoshin (1984), Teshin ym. (1987) sekä Williamsin ym. (1995) raportoineen MLF:n kiinnittyvän inferiorisesti suoliluun harjuun ja iliolumbaaliseen ligamenttiin, superiorisesti 12. kylkiluuhun ja lumbocostaaliseen ligamenttiin sekä mediaalisesti lannenikamien poikkihaarakkeisiin ja niiden väliin ligamentteihin. Paksuutta MLF:lla on keskimäärin 0.55 mm, tämän vaihdellessa suuresti eri kohdissa. Barker ja Briggs (2007) viittaavat myös Barkerin väitöskirjaan (2005), jossa hän kertoo MLF:n paksuuden olevan poikkihaarakkeisiin kiinnittyvissä kohdissaan jopa 0.62 mm, mutta näiden kiinnityskohtien välillä vain 0.4 mm. (Barker & Briggs 2007, 64.)

Bogdukin (2005) mukaan MLF:n pääasiallinen tarkoitus on kiistanalainen, mutta mahdollisesti yhtenä sen tehtävistä voisi olla QL:n epimysiumin paksuntaminen (Bogduk 2005, 110). Barker, Briggs ja Bogeski (2004) puolestaan epäilevät, että kapeutensa sekä poikkihaarakkeissa olevien vahvojen kiinnityskohtiensa ansiosta MLF saattaa olla tehokkain kanava, jonka kautta TrA pystyisi vaikuttamaan lannerangan segmentaaliseen neutraaliasentoon (Barker, Briggs & Bogeski 2004, 137). L3-nikaman tasolla MLF:n leveys on keskimäärin 2.6 cm poikkihaarakkeista lateral rapheen, jonka jälkeen se jatkuu vielä noin 4.5 cm lateraalisesti TrA:n aponeuroosina (Barker ym. 2004, 132–133). Barker ym. (2004) kuitenkin toteavat, että heidän mittaustuloksensa eivät vastaa viittaamiensa Teshin (1986) ja Testut'n & Latarjet'n (1948) esittämiä mittoja, joiden mukaan MLF olisi leveydeltään yhdeksän senttimetriä. He epäilevät, että aikaisemmissa tutkimuksissa leveys on mahdollisesti mitattu poikkihaarakkeista TrA:n ja sen aponeuroosin liitoskohtaan asti. He lisäävät myös, että heidän tutkimansa yksilöt olivat melko vanhoja ja pienikokoisia, ja että kaikki mittaukset tehtiin faskian ollessa 10 N:n jännityksessä ryppyjen suoristamiseksi. (Barker ym. 2004, 133–134.) Tämä jännite lisäksi vastaa TrA:n eristettyä, submaksimaalista supistumista, eli juuri sitä voimaa, jonka on epäilty vaikuttavan lannerangan neutraaliasentoon faskioiden kautta (Hodges, Cresswell & Thorstensson 1999; Barker ym. 2004, 134).



## 5.5 Posteriorinen faskiakkerros

Posteriorinen torakolumbaalisen faskian kerros on TLF:n kerroksista paksuin ja ainoa, joka ulottuu myös rintarangan alueelle (Barker & Briggs 1999, 1757). Dissektioissa on havaittu, että PLF peittää kaikki selän lihakset sakraalitasolta rintakehän alueen kautta niskalinjaan saakka. PLF:llä on oletettu TLF:n faskiakkerroksista suurin merkitys jännitteiden siirrossa, sillä siihen kiinnittyvät suuret globaalit lihakset kuten LD sekä Gmax. (Vleeming 2012, 37–38.) Barker & Briggs (1999) toteavat Vleemingin ym. (1995) kuvan, että PLF erottaa toisistaan paraspinaaliset eli selän ”sisäiset” lihakset sekä yläraajaan kiinnittyvät lihakset ja m. serratus posteriorin eli selän ”ulkoiset” lihakset. Se myös tarjoaa kiinnityskohdan hartiareenkaan sekä antero-lateraalisen vatsaonteloseinämän lihaksille. Näiden kiinnityskohtien välityksellä PLF pystyy siirtämään voimia varalon ja raajojen välillä. (Barker & Briggs 1999, 1757.)

PLF saa alkunsa lannerangan okahaarakkeiden kärjistä peittäen alleen kaikki alueen lihakset, jotta ne ikään kuin sulautuisivat yhdessä faskiaan. PLF voidaan jakaa tarkemmin vielä kahteen eri kerrokseen, *pinnalliseen* sekä *syvään* kerrokseen. Neljännen ja viidennen lannenikaman sekä ristiluun tasoilla nämä kerrokset muodostavat kuitenkin vahvoja yhteyksiä toisiinsa. Sakraalitasolla PLF liittyy ES- sekä Gmax-lihasten aponeurooseihin. TrA sekä OI liittyvät epäsuorasti TLF:aan lateral raphe välityksellä. Lateral raphe sijaitsee ES:n lateraalipuolella kraniaalisesti suoliluun harjusta. (Bogduk 2005, 110; Vleeming 2012, 37–38.) Barkerin ym. (2004) mukaan PLF:n leveys L3-tasolla on keskimäärin 7.1 cm okahaarakkeista lateral rapheen mitattuna (Barker ym. 2004, 132).

### 5.5.1 PLF:n pinnallinen kerros

PLF:n pinnallinen kerros on muotoutunut suureksi osaksi LD:n aponeuroosista. Pinnallisen kerroksen säikeiden sijainti ja kulkusuunta vaihtelee sen mukaan, mistä LD:n osasta nämä säikeet ovat lähtöisin. (Bogduk 2005, 110; Vleeming 2012, 38.) Willard (2012) kertoo pinnallisen kerroksen johtuvan LD:n sekä m. serratus posterior inferiorin (SPI) aponeuroosien liitoksesta (Willard 2012, 533). Vleemingin (2012) mukaan PLF:n pinnallinen kerros on jatkoa edellä mainittujen lihasten lisäksi myös Gmax:sta, osittain

myös OE:sta sekä m. trapeziuksesta (Tz). (Vleeming 2012, 38.) Barker & Briggs (1999) havaitsivat tutkimuksessaan, että PLF:n pinnallinen kerros yhdistyi superiorisesti myös suunnikaslihaksiin (Rb). Kiinnityskohdat olivat vaihtelevia paksuudeltaan ja sidekudossuudeltaan ja siten myös voimansiirtokyvyltään. Joillakin vainajilla ne näyttivät sisältävän runsaasti sidekudosta ja toisilla vähemmän, kaikilla kiinnityskohdat kuitenkin kykenivät siirtämään voimaa. (Barker & Briggs 1999, 1757, 1759–1760.)

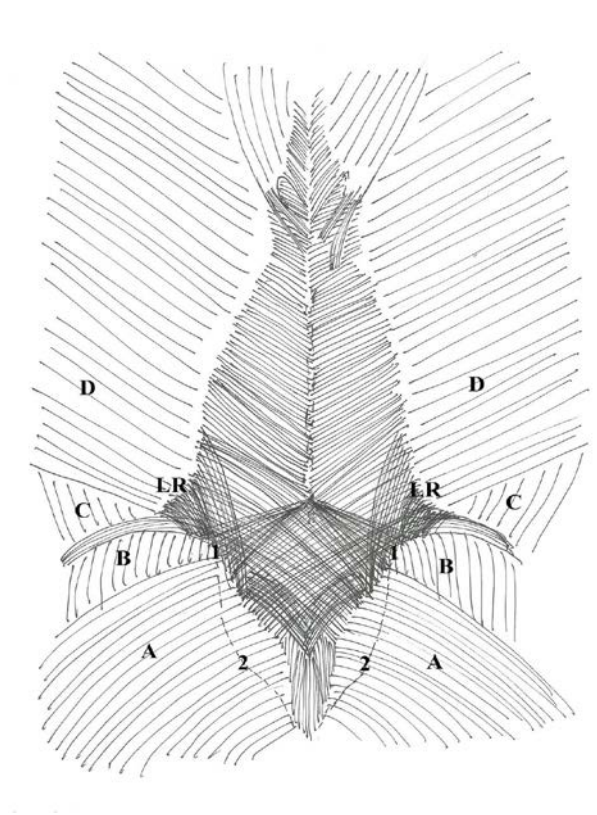
Barker & Briggs (1999) toteavat Bogdukin ja Macintoshin (1984) raportoineen, että pinnallinen kerros jatkuu superiorisesti T6-tasolle asti, jossa se yhdistyy LD:n kanssa, ja inferiorisesti se loppuu vapaasti (Barker & Briggs 1999, 1757). Vleeming ym. (2003) tekivät dissektiotutkimuksessaan tästä poikkeavan löydöksen, että pinnallinen kerros jatkuu kraniaalisesti rintarangan yläosiin asti ja kaudaalisesti sillä on laajat kiinnitykset Gmax:een kuten myös risti- ja suoliluihin. Heidän mukaansa LD:iin kohdistettu veto aiheutti PLF:n pinnallisen kerroksen siirtymistä. Liikettä saatiin aikaan myös kohdistamalla veto Gmax:een. Tämä lihaksen supistumista simuloiva jännite välittyi PLF:aan sekä samalle että vastakkaiselle puolelle kehon keskilinjaa. Tutkijat päättelivät havaintojensa perusteella, että PLF:lla saattaa olla hyvin tärkeä rooli selkärangan, lantion sekä alaraajojen välisessä voimansiirrossa, etenkin vartalon kierrossa ja lannerangan sekä SI-nivelten stabiloimisessa. (Vleeming ym. 2003, 38–41.)

Eri teoritsijoilla on erilaisia näkemyksiä PLF:n pinnallisesta kerroksesta. Tarkasteltaessa Vleemingin ym., Bogdukin ym. sekä Barkerin ym. malleja tästä yksittäisestä kerroksesta, voi niiden välillä huomata eroavaisuuksia. Malleissa esimerkiksi sidekudossäikeiden kulkusuunta sekä niiden tiheys eroavat teoritsijasta riippuen. Vleemingin malli poikkeaa Bogdukin ja Barkerin enemmän samankaltaisista malleista. (Willard 2012, 519.) (kuvat 3 ja 4)

Vleeming ym. (2003) havaitsivat tutkimuksessaan, että PLF:n pinnallinen kerros yhdistyy LD:iin, Gmax:een ja osittain OE:een sekä Tz-lihakseen. Suoliluun harjasta kraniaalisesti pinnallisen kerroksen lateraalireuna sijaitsee sen yhtymäkohdassa LD:iin. Pinnallisen kerroksen kudossäikeiden kulkusuunta on kranialateraaliseen kaudomediaaliseen, ja vain muutamat säikeistä johtuvat OE:n aponeuroosista ja Tz-lihaksesta. Suurin osa säikeistä saa alkunsa LD:n aponeuroosista ja kiinnittyy supraspinaalisiin ligamentteihin ja okahaarakkeisiin L4-nikaman kraniaalipuolella. L4-L5-nikamien kaudaalipuolella pinnallinen kerros on enimmäkseen löyhästi jos yhtään kiinnittynyt kehon keskilinjan

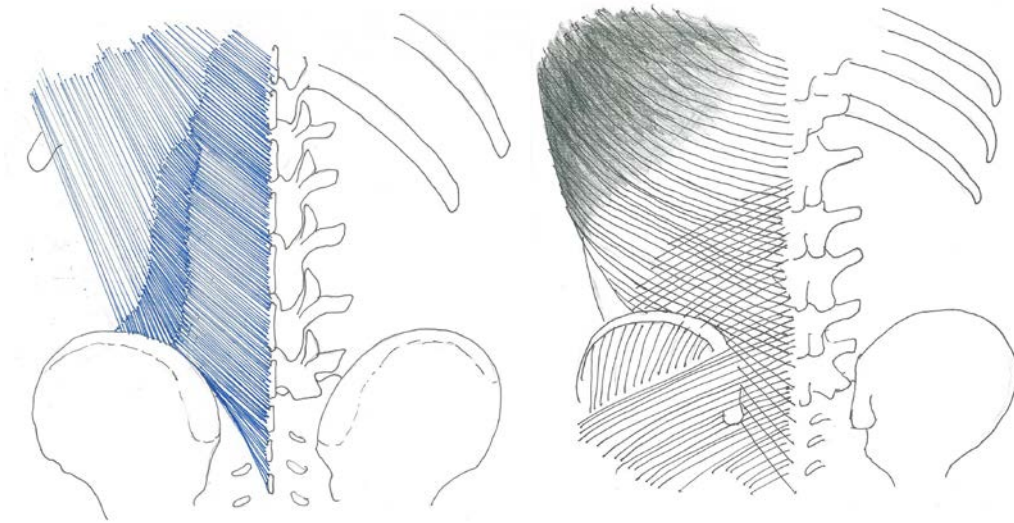
rakenteisiin kuten supraspinaaliligamenteihin, okahaarakkeisiin ja ristiluun keskimmäiseen harjuun. Ne pikemminkin risteävät tätä kautta kehon keskilinjan yli vastakkaiselle puolelle kiinnittyäkseen siellä ristiluuhun, suoliluun ylempään takakyhmyyn (SIPS) ja suoliluun harjuun. Tämän risteämiskohdan korkeus vaihtelee yksilöittäin, useimmilla tutkituilla se oli L4-nikamasta kaudaalisesti, mutta joillakin yksilöillä risteäminen tapahtui jo L2-L3-tasolla. (Vleeming ym. 2003, 38.)

Vleeming ym. (2003) raportoivat lisäksi, että ristiluun tasoilla pinnallinen kerros muodostaa jatkoa Gmax:n faskialle. Nämä kudossäikeet ovat suuntautuneet kranio-mediaalisesta kaudolateraaliseen ja niistä suurin osa kiinnittyy ristiluun keskiharjanteeseen. Kuitenkin L4-L5-tasolla ja joillakin yksilöillä jopa niin alhaalla kuin S1-S2-tasolla säikeet risteävät osittain tai kokonaan kehon keskilinjan yli kiinnittyen vastakkaisen kehon puolen SIPS:iin ja suoliluun harjuun. Osa näistä säikeistä sulautuu yhteen lateral raphen ja LD:n faskiasta johtuvien säikeiden kanssa. Johtuen LD:n ja Gmax:n säikeiden vastakkaisista kulkusuunnista pinnallinen kerros ilmenee verkkomaisena L4-L5-tasolla ja joillakin yksilöillä myös L5-S2-tasolla. (Vleeming ym. 2003, 38.)



KUVA 3. Vleemingin ym. näkemys PLF:n pinnallisesta kerroksesta, jossa näkyvät kiinnityskohdat 1. suoliluun ylempään takakyhmyyn, 2. ristiluuhun, A. m. gluteus maximukseen, B. m. gluteus mediukseen, C. m. obliquus externukseen, D. m. latissimus

dorsiin ja LR = lateral rapheen (Vleeming ym. 2003, 36, muokattu)



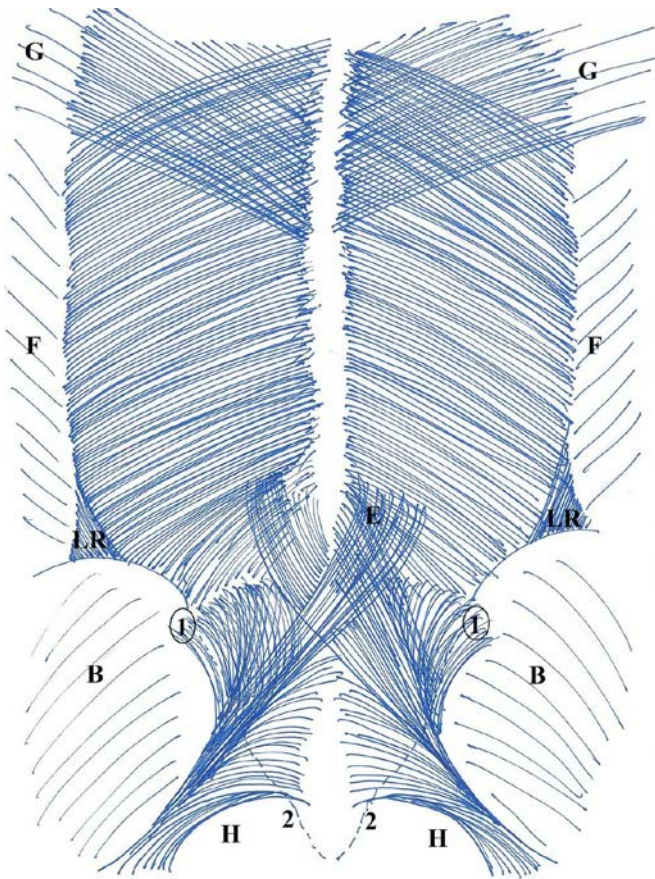
KUVA 4. Vasemmalta Bogdukin ym. sekä oikealla Barkerin ym. näkemykset PLF:n pinnallisesta kerroksesta (Willard ym. 2012, 519, muokattu)

Pinnallisen kerroksen sidekudossäikeiden kulkusuunta voidaan jakaa Bogdukin (2005) mukaan neljään eri osaan. Lateraalit LD:stä johtuvat säikeet ovat lyhyitä ja kiinnittyvät suoraan suoliluun harjuun. Keskimmäisen osan säikeet lähestyvät suoliluun harjua kulkien ES-lihaksen lateraalipuolelta. Säikeet kääntyvät kuitenkin mediaalisesti ja ohittavat suoliluunharjun kiinnittyen L5- ja sakraalitason okahaarakkeisiin. Nämä syyt muodostavat pinnallisen kerroksen sakraaliosan. Lihaksen kolmannen osan säikeet liittyvät lateral rapheen ja sulautuvat muuhun torakolumbaaliseen faskiaan. Sen jälkeen ne kuitenkin jakaantuvat ja ohjautuvat mediaalisesti keskilinjan lannenikamien 3-5 tasolle. Nämä säikeet muodostavat pinnallisen kerroksen lumbaaliosan. LD:n yläosan aponeuroottiset syyt ohjautuvat suoraan TLF:n keskikohdille, tämän sijaitessa lannenikamien 3-5 tasolla. Latissimus dorsin yläosa muuttuu aponeuroosiksi vasta L3-tason yläpuolella. Nämä säikeet muodostavat osaltaan pinnallisen kerroksen torakaaliosan. (Bogduk 2005, 110–111.) (kuva 4.)

### 5.5.2 PLF:n syvä kerros

Barker & Briggs (1999) havaitsivat dissektiotutkimuksessaan, että PLF:n syvä kerros yhdistyy superiorisesti m. splenius cerviciksen ja m. splenius capitiksen jänteisiin. Syvä kerros oli ohutta mutta enimmäkseen sidekudoksista ja kaikilla tutkituilla yksilöillä se pystyi välittämään lihasten jännityksiä. (Barker & Briggs 1999, 1757, 1760.) Barker & Briggs (1999) viittaavat Bogdukiin ja Macintoshiin (1984), joiden mukaan syvä kerros päättyy vapaasti kaudaalisesti, mutta rintarangan alaosissa sitä ei ole lainkaan kunnes se taas nousee rintarangan yläosissa esiin ohuena kalvona yhdistyen m. splenius cerviciksen päällä olevaan faskiaan (Barker & Briggs 1999, 1757). Vleeming ym (2003) esittivät eriävän näkemyksen, jonka mukaan syvä kerros yhdistyi kaudaalisesti sacrotuberosus-ligamenttiin ja sen kautta myös m. biceps femorikseen. Heidän mukaansa alemmilla lannerangan ja ristiluun tasoilla PLF:n syvän kerroksen kudossäikeet kulkevat kranio-mediaalisesta kaudolateraalisesta ja sakraalialueella ne sulautuvat yhteen pinnallisen kerroksen säikeiden kanssa. (Vleeming ym. 2003, 38–39.) Lantion alueella syvä kerros liittyy SIPS:hin, suoliluiden harjuihin sekä pitkään posterioriseen ristisuoliluuligamenttiin (Vleeming ym. 2003b, 52). Tämä ligamentti saa alkunsa ristiluusta ja kiinnittyy SIPS:hin (Vleeming ym. 2003, 38).

Vleemingin ym. (2003) mukaan lannerangan alueella syvän kerroksen kudossäikeet saavat alkunsa okahaarakkeiden välisistä ligamenteista. Säikeet kiinnittyvät suoliluiden harjuihin ja harjujen kraniaalipuolella lateral rapheen, johon myös OI on kiinnittynyt. Joillakin Vleemingin ym. (2003) tutkimilla yksilöillä syvän kerroksen säikeet ylittivät kehon keskilinjan L5–S1-nikamien välillä. Keskimmäisen ristiluunharjun ja ylempien sekä alempien suoliluun takakyhmyjen välisessä painaumassa syvän kerroksen säikeet sulautuvat ES:n faskiaan. Vielä tästä kraniaalisempaan lannerangan alueella syvä kerros ohentuu ja muuttuu vapaammin liukuvaksi selän lihasten päällä. He huomasivat sen liittyvän lisäksi SPI:iin ja tämän faskiaan rintarangan alaosissa. (Vleeming ym. 2003, 38.)



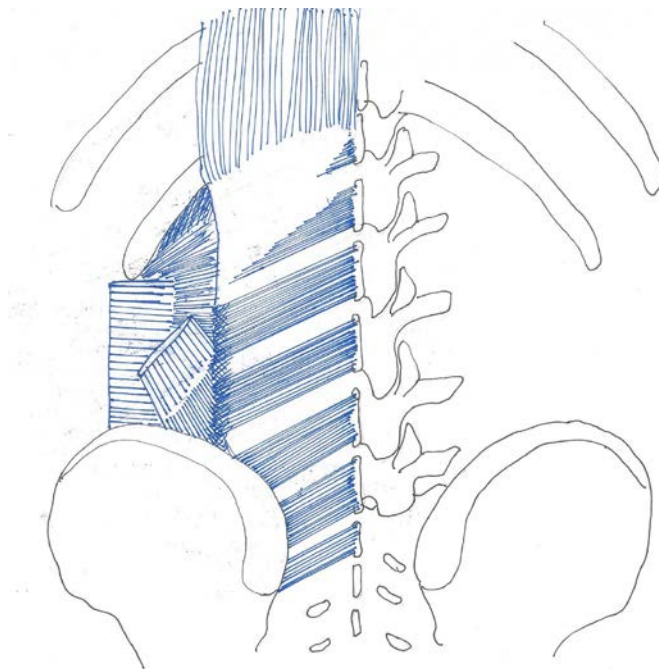
KUVA 5. Vleemingin ym. näkemys PLF:n syvästä kerroksesta, jossa näkyvät kiinnityskohdat 1. suoliluun ylempään takakyhmyyn, 2. ristiluuhun, B. m. gluteus mediukseen, E. PLF:n syvän kerroksen sekä m. erector spinaen välillä, F. m. obliquus internukseen, G. m. serratus posterior inferioriin, H. sacrotuberaaliligamenttiin ja LR = lateral rapheen (Vleeming ym. 2003, 37, muokattu)

Bogdukin (2005) mukaan PLF:n syvä kerros sisältää kollageenisyiden muodostamia siteitä, jotka ovat saaneet alkunsa torakolumbaalisen faskian keskikohdilta lannerangan okahaarakkeista. Syvää kerrosta ei hänen mukaansa ole ollenkaan muodostunut rintarangan alueella. PLF:n pinnallinen ja syvä kerros muodostavat yhdessä pidekesiteen selän lihasten ympärille. (Bogduk 2005, 111.) Willard (2012) kirjoittaa syvän kerroksen oikeastaan olevan pidäketuppi, joka ympäröi paraspinaalilihaksia selän molemmin puolin. Tästä rakenteesta käytetään myös nimitystä PRS (engl. paraspinal retinaculum sheath). Se jatkuu sacrumista kraniaalitasolle saakka. Anteriorisesti PRS kulkee iliolumbaaliligamentista 12. kylkiluuhun. Lateral rapphen kohdalla PRS liittyy TrA:n aponeuroosiin, josta syntyy sidekudoskolmio (engl. lumbar interfascial triangle). PRS



ympäröi myös suuria lannerangan lihaksia. (Willard 2012, 533.) Posteriorinen faskia sulautuu myös poikittaiseen vatsalihakseen, jonka syyt lähtevät lateral raphesta. Näin ollen kerros tarjoaa TrA:lle epäsuoran kiinnityskohdan lannerangan okahaarakkeisiin (Bogduk 2005, 111).

Bogdukin (2005) mukaan syvän kerroksen kollageenisäikeet siirtyvät okahaarakkeista keskiviivan yli kohti SIPS:a sekä lateral raphea. Lateraalisesti syvä kerros kiinnittyy LR:een yhdessä transversus abdominiksen (TrA) obliquus internuksen takasäikeiden (IO) sekä erector spinaen (ES) aponeuroosien kanssa. (Bogduk 2005, 111.) Syvä kerros muodostaa Bogdukin mukaan joukon selkeitä ligamenteja (posterioriset lisäligamentit = posterior accessory ligaments), kuten L4- ja L5-okahaarakkeista lähtevät siteet, jotka liittävät ne kiinni suoliluunharjuun. Myös L3-okahaarakkeesta lähtee side, joka kiinnittää nikaman epäsuorasti suoliluuhun lateral rapheen välityksellä. (Bogduk 2005, 111–112.) (kuva 6)



KUVA 6. Bogdukin ym. näkemys PLF:n syvästä kerroksesta, jossa näkyvät okahaarakkeista suoliluuhun ja lateral rapheen kulkevat tihentymät kuvaavat posteriorisia lisäligamenteja (Willard ym. 2012, 520, muokattu)

## 6 FASKIA VOIMANSIIRROSSA

Tässä luvussa perehdymme tällä hetkellä eniten faskian voimansiirtoon liittyviä tutkimuksia tehneen Peter A. Huijingin johdolla pintaa syvemmälle otsikon sisältöön. Huijing paneutui aiheeseen hyvin tarkasti pyrkien selittämään tutkimustuloksensa mahdollisimman yksinkertaisesti lihasmekaniikkaan pohjautuen. Luvun toisena päälähteenä käytimme Huub Maas ja Thomas G. Sandercockin (2010) kokoelma-artikkelia: Force Transmission between Synergistic Skeletal Muscles through Connective Tissue Linkages. Kokoelma-artikkeliin tutkimukset ja niiden sisältö helpottavat ymmärtämään paremmin Huijingin esille tuomia teorioita.

### 6.1 Lihasvoiman ja voimansiirron yleiset periaatteet

Lihasvoima syntyy yhdessä myofibrillin toiminnallisessa osassa sarkomeerissa. Raajojen liikkumisen aikaansaamiseksi sarkomeerien voimien pitää kohdistua myofibrillien ulkopuolelle. Voimansiirron perusteita tarkastellaan kahdella tavalla. Ensimmäinen teoria on suoraviivainen tapa, jossa esimerkin mukaan voima välittyy lihaksen sarkomeereista jänteen välityksellä luuhuun, joka saa aikaan raajan liikkumisen. Toista teoriaa kutsutaan käänteismekaaniseksi tavaksi. Tässä teoriassa tärkeintä on huomioida rakenteet, jotka aiheuttavat vastavoiman, jonka seurauksena lihas tuottaa voimaa. (Huijing 2012, 113.)

Aktiivinen tai venytetty lihas lyhenee tiettyyn rajaan asti, jolloin se ei pysty tuottamaan yhtään voimaa. Normaalisti toimiva terve lihas saa venytystä vastaavan kuormituksen, jolloin lyhentymistä ei pääse tapahtumaan mainittuun rajaan asti. Tämä vastustava voima on samansuuruinen vastavoima ja sillä on aina päinvastainen suunta. Esimerkiksi jänne kykenee tuottamaan edellä mainitun vastaavanlaisen vastavoiman lihaksen tuottamaa voimaa vasten. (Huijing 2012, 113.)



## 6.2 Kuinka myofaskia osallistuu voimansiirtoon?

Kirjallisuudessa on tavanomaisesti uskottu lihasvoimien siirtyvän vain luiden ja jänteiden välityksellä, joten tutkijat halusivat selvittää mikä on sidekudosrakenteiden merkitys voimansiirrossa. Tutkimukset osoittavat, että tietyn lihaksen tuottama jännitys ei siirry ainoastaan sen jänteisiin, vaan se voi välittyä myös lihaksen sisällä oleviin ja sitä ympäröiviin sidekudoksiin (endomysium, perimysium, epimysium) sekä myös ei-lihasperäisiin sidekudoksiin kuten faskiaan sekä hermo- ja verisuonijuosteisiin. Lihakset ovat mekaanisesti yhteydessä ympäröiviin rakenteisiin, eikä lihaksia voida pitää itsenäisinä toimijoina. (Maas & Sandercock 2010, 1.) Tätä sidekudoksien kautta tapahtuvaa voimansiirtoa kutsutaan myofaskiaaliseksi voimansiirroksi. Myofaskiaaliset yhteydet siis mahdollistavat tietyn lihaksen tuottaman jännityksen leviämisen lihaksen itsensä ulkopuolelle ja täten potentiaalisen vaikutuksen lihaksesta loitolla sijaitseviin vartalon rakenteisiin. (Huijing 2012, 116–117.)

Huijing (2012) viittaa Huijingin ja Baanin (2001) tutkimukseen, että myofaskiaalinen voimansiirto jaetaan lihaksen sisäisesti (intramuscular) ja lihaskalvolla (epimuscular) tapahtuvaksi voimansiirroksi. Lihaksen sisäisestä myofaskiaalisesta voimansiirrosta puhutaan jo pelkästään yksittäisen myofibrillin tai juosteen aiheuttamassa voimansiirrossa. Lihaksen sisäinen voimansiirto kulkee aina jänteiden kautta, koska ne ovat ainoa tehokas reitti tähän tarkoitukseen. (Huijing 2012, 117.)

Huijingin (2012) mukaan lihaskalvolla tapahtuva myofaskiaalinen voimansiirto voidaan kuvata tapahtumana, jossa faskiarakenteiden aiheuttama vastavoima kohdistuu lihakseen. Maas ja Sandercock (2010) tarkentavat, että lihaskalvolla tapahtuvaa voimansiirtoa voidaan luonnehtia lihasvoimien voimanvälitykseksi luisiin rakenteisiin, jolloin voimansiirron reittinä toimii muu kuin lihaksen lähtö- tai kiinnityskohta. Lihaskalvolla tapahtuvalle voimansiirrolle on vaihtoehtoisesti kaksi reittiä. Intermuskulaarisella reitillä voima välittyy kahden lihaksen välillä jatkuvan yhdistävän kudoksen kautta. Esimerkkinä ihmiskehon hamstring-lihakset (reiden takaosan lihakset) voivat toimia intermuskulaarisena voimanvälitysreittinä. Ekstramuskulaarisella reitillä voima välittyy lihaksen epimysiumin ja vierekkäisen ulkopuolisen rakenteen välillä. (Huijing 2012, 117; Maas & Sandercock 2010, 2.)

Huijing & Langevin (2009) mukaan kaikki edellä mainitut kudokset (lukuun ottamatta

aponeurooseja ja jänteitä) ovat osa jatkuvaa faskia-systeemiä. Voimansiirtoon ei riitä ainoastaan se, että kudokset ovat keskenään yhteydessä. Jos kudosten väliset yhteydet ovat hyvin mukautuvia, voimansiirtoa tapahtuu vain erittäin laajoissa pituusmuutoksissa, jotka taas omalta osalta aiheuttavat yhteyksien jäykistymisen. Tutkimukset viittaavat, että kohtalaiset kudosten pituuden muutokset johtavat paremmin lihaksen voimansiirtoa. Tästä voidaan vetää johtopäätöksenä, että ne faskiarakenteet, jotka eivät ole tiivistä kollageenikudosten kerrostumaa voivat välittää jonkin verran lihasvoimaa. Keskustelua herättää yleisesti faskiasta luonnehdittu kuvaus ”löysänä ja yhdistävänä kudoksena”. Näiden tietojen pohjalta tätä luonnehdintaa faskiasta voidaan pitää jopa epäkäytännöllisenä. (Huijing 2012, 117–118.)

Huijing (2012) viittaa Huijingiin ja Baaniin (2011) todeten, että ylimääräisestä myofaskiaalisesta kuormituksesta johtuen lihaksen lähtö- ja kiinnityskohdasta lähtevät voimat ovat erisuuruiset (Huijing 2012, 118). Huijing (2012) on todennut Rijkelijkhuizeniin ym. (2005, 2009) viitaten, että koko myofaskiaalinen kuormitus pitää lihaksen yhden myofibrillin pään sarkomeerit pidempinä kuin saman myofibrillin eri kohdassa. Ylimääräistä kuormitusta vastaava samansuuruinen voima yhdistyy siihen voimaan joka lähtee lihaksen vastapäisestä osasta. Useiden lihasten aktiivista voimaa saattaa esiintyä myös toisen lihaksen lähtökohdassa, kunhan myofaskiaaliset yhteydet ovat ehjät jänteiden ulkopuolisissa rakenteissa saakka. (Huijing 2012, 118.)

### **6.3 Sarkomeerien pituuksien vaihtelu lihaksessa**

Myofaskiaalinen kuormitus aiheuttaa sarjoittain olevissa sarkomeereissa pituuksien vaihtelua yksittäisessä myofibrillissä. Tätä kutsutaan sarjakohtaiseksi vaihteluksi. Vastaavanlainen voima muodostuu suurimmaksi osaksi aktiivisista sarkomeereistä, mutta voima saattaa muodostua myös yhteydessä olevan lihaksen kudoksen stroomassa. Sarkomeerien pituuksien vaihtelu on ainoastaan sarjakohtaista, mikäli myofaskiaalinen kuorma kohdistuu myofibrilleihin ja kuorman koko sekä suunta ovat identtiset. (Huijing 2012,

Tilannetta voidaan kuitenkin hämmentää lisää yksinkertaisella testillä. Horisontaalisesti tarkasteltuna lihas saa molempien päiden jänteisiin yhtä suuren painon, jonka seurauksena lihas painautuu kasaan paljastaen ekstramuskulaarisen hermojänneradan (neuro-

muscular tract). (Huijing 2012, 118.) Maas ja Sandercock (2010) sekä Huijing (2012) kuvaavat hermojänneradan olevan lihaksen sisäinen jatkuva yhdistävä kudokset verkko, joka vahvistaa myofibrillejä hermottavia hermoja ja lihasten verisuonia. Distaalinen jänne vetää tätä rataa enemmän alaspäin kuin proksimaalinen jänne. Tästä voidaan päätellä, että lihaksen proksimaalipäässä oleva jänne on jäykempi. Tämän seurauksena lihaksessa proksimaalisesti sijaitsevat myofibrillit ovat keskiarvoltaan hieman pidempiä, kuin distaalisesti sijaitsevat myofibrillit (Huijing 2012, 118; Maas & Sandercock 2010, 2.)

#### **6.4 Lihasten välinen myofaskiaalinen vuorovaikutus**

Huijing (2012) on todennut Maasiin ym. (2005) viitaten, että heidän tekemien dissektiotutkimusten mukaan lihaksen sisäisellä myofaskiaalisella voimansiirrolla on oma roolinsa voimansiirrossa, mutta tutkijoiden mielestä ekstramuskulaarinen myofaskiaalinen voimansiirto on paljon oleellisempi mekanismi lihasten toiminnan kannalta. Huijing (2012) viittaa Huijingin & Baanin (2001) sekä Huijingin (2003) tutkimuksiin havaiten, että synergistisissä lihaksissa on myofaskiaalista vuorovaikutusta lihaksen sisäisessä ja ekstramuskulaarisessa voimansiirrossa. Heidän tutkimuksissa tämä selvisi seuraavasti: kun agonistilihaksen distaalinen jänne oli pitkittynyt ja synergistilihaksen pituus pidettiin muuttumattomana, isometristä työtä tekevän synergistilihaksen distaalinen voima väheni. Tämän seurauksena synergistilihaksen viereisen lihaksen pituus kasvoi. Pitkittynyt lihas joko tuottaa itse tai tehostaa distaalisesti suunnatun myofaskiaalisen kuorman isometriseen lihakseen. Lihaksen proksimaalisessa jänteessä tämä kuormitus yhdistyy lihaksen tuottamaan voimaan. (Huijing 2012, 119.)

Myofaskiaalinen voimansiirto antagonistilihasten välillä on mahdollista ainoastaan ekstramuskulaarisella mekanismilla, kuten lihakset erottavalla seinämällä. Myofaskiaalisen vuorovaikutuksen vaikutukset ja teoria kahden lihasryhmän välillä ovat vastaavanlaiset, kuin synergistilihasten välillä. Huijing toteaa tutkimuksessaan, että osa aktiivisten sarkomeerien tuottamasta voimasta saattavat kohdistua antagonistilihaksen jänteeseen. Myofibrillin proksimaaliset sarkomeerit eivät ole sarjassa ainoastaan saman myofibrillin distaalisten sarkomeerien kanssa, vaan myofaskiaalisen kuormituksen välityksellä myös pitkittyneen antagonistilihaksen distaalisten sarkomeerien kanssa. (Huijing 2012, 119–120.)

## 6.5 Lihaksen myofaskiaalisen kuormituksen monimutkaisuus

Edellä mainituista esimerkeistä huolimatta myofaskiaalisen kuormituksen siirtyminen lihaksiin on todellisuudessa hyvin monimutkainen prosessi. Mikäli jänne katkaistaan, sen passiiviseksi jäänyt lihas vetäytyy sisään jonkin verran. Lihas lyhenee entisestään aktivoituessaan, joka osoittaa distaalisen myofaskian kuormituksen pitävän lihaksen jokseenkin tietyssä pituudessa. (Huijing 2012, 120.)

Raajan dissekointi paljastaa valtavan kollageenipohjaisen verkoston yhdistäen lihakset toisiinsa. Selvästikin lihakset ovat yhteydessä toisiinsa faskian, verisuoniston, hermojen ja tukevan kollageenin kautta. Joskus myofibrillien origo saattaa sijaita vierekkäisessä lihaksessa. Lihasta työntäessä tai vetäessä saa aikaan toisen vierekkäisen lihaksen liikumisen. Tästä syystä lihakset ovat selvästi yhteydessä toisiinsa. Suurimpana kysymyksenä lienee, kuinka suuri merkitys tällä lihasten välisellä yhteydellä on normaaliin toimintaan. (Maas ja Sandercock 2010, 2.)

Yhtäaikaisesti tuotettu yhtä suuri myofaskiaalinen kuormitus lihaksen proksimaali- ja distaalipäähän aiheuttaa näiden päiden välisen voiman olevan yhtä suuri. Tämän vuoksi voidaan päätellä, että lihaskalvolla tapahtuvaa myofaskiaalista voimansiirtoa tapahtuu, mutta sen uupuminen ei välttämättä tarkoita ettei sitä olisi olemassa. Voi olla, että lihaksen myofaskiaalinen kuormitus saattaa syntyä tietyn alueen kaikista lihaksista, jonka vuoksi lisätutkimuksia tarvitaan määrittämään tietyn lihaksen voimantuotto yksityiskohteisesti. (Huijing 2012, 120.)

Luvussa käytetyistä tutkimuksista on tärkeä huomioida, että niissä on käytetty pääsääntöisesti lihaksen tetaanista stimulointia (sähköimpulsseja annetaan yhtäjaksoisesti taajuudella 30–50 Hz). Tällaista stimulointia tapahtuu hyvin harvoin lihaksissa normaalissa liikkumisessa. Lisäksi tutkittaessa lihaksen ja jänteen välistä voimansiirtoa, yksittäisen lihaksen pituus muutettiin samalla kun sen synergistilihasten pituudet pidettiin samana. Normaalissa liikkumisessa tämä ei ole mahdollista, johtuen jatkuvista yhtäaikaista lihasten pituusmuutoksista. (Huijing 2012, 120; Huub & Maas 2010, 3.) Tämänhetkiset

tutkimukset ovat vain pintaraapaisu myofaskiaalisen voimansiirron alueella. Tulevaisuudessa tarvitaan lisää tieteellisiä ja kliinisiä tutkimuksia.

## 7 TORAKOLUMBAALISEN FASKIAN BIOMEKANIikka

Aiemmin koettiin, että torakolumbaalisen faskian päätehtävä oli selän lihasten yhdistäminen toisiinsa. Myös TLF:n toimiminen kiinnityskohtana poikittaiselle sekä vinoille vatsalihaksille oletettiin olevan sen lähes ainoita tehtäviä. Myöhemmin eri teorioitsijat ovat alkaneet tarkemmin tutkia torakolumbaalisen faskian biomekaniikkaa ja varsinkin sitä, mikä on sen uloimpien kerrosten antaman tuen ja voimansiirron merkitys ihmisen liikkumisessa. (Bogduk 2005, 110.)

Benjaminin (2009) kirjallisuuskatsauksen mukaan TLF:n tärkeimmät yksittäiset toiminnot ovat suojaavan kuoren muodostaminen lihasten päälle vähentäen näin niiden välistä hankausta, laskimokierron fasilitoiminen, lihasten kiinnityskohtana toimiminen sekä verisuonten ja lihasten suojaaminen mekaanisilta vaurioilta. (Benjamin 2009, 1–14.) Vleemingin (2012) ja Benjaminin (2009) mukaan myös torakolumbaalisen faskian vaikutus voimantuottoon vartalon, lantion ja raajojen välillä oletetaan olevan merkittävä. Kuten jo aiemmissa luvuissa kävi ilmi, etenkin PLF- ja MLF -kerroksiin kiinnittyy monia lihaksia, mikä tekee näiden kerrosten roolista merkittävän lihasjännitteiden siirtymisen vuoksi. (Benjamin 2009, 1–14; Vleeming 2012, 37.) TLF:n posteriorinen kerros on toiminnallisesti kiinnostava rakenne, sillä sen on uskottu auttavan välittämään voimia selkärangan, lantion ja alaraajojen välillä. PLF on TLF:n pinnallisim ja jopa vahvin kerros, joka yhdistää toisiinsa kaksi vartalon suurimmista lihaksista eli m. gluteus maximuksen (Gmax) ja m. latissimus dorsin (LD). Näiden lihasten toiminnallisen yhteyden näkee erityisesti vastakkaisen raajaparin heiluriliikkeessä, joka ilmenee lukemattomissa liikkumisen muodoissa kuten juoksussa. (Benjamin, 2009, 14.)

### 7.1 TLF:n toiminta itsenäisenä rakenteena

Anatomisesti PLF-kerroksen säikeet kulkevat ristiin toistensa lomassa ja tämä anatominen ominaisuus vaikuttaa suuresti myös koko torakolumbaalisen faskian mekaniikkaan. Kun lihasten aikaansaamaa lateraalista jännitystä lisätään TLF:aan, tämä aikaansaa okahaarakeisiin siirtyvän ekstensio-momentin. Varsinkin lannerangan nikamien L2–L5-tasoilla missä faskia on hyvin kehittyntä, momentin välittyminen voisi olla voimantuotollisesti merkittävää. (Bogduk 2005, 116.)

TLF:n säikeet ja siihen kohdistuvat jännitteet suuntautuvat siis anatomisesti vinosti. Nämä vastakkaissuuntaiset, vertikaaliset vektorit pyrkivät joko lähentämään tai loiton-tamaan L2 ja L4 okahaarakkeita sekä L3 ja L5 okahaarakkeita. TLF:n jännittyneisyys voi Richardsonin ym. (2005) mukaan edistää intersegmentaalista eli nikamakohtaista kontrollia estämällä nikamien välistä siirtymistä. Intersegmentaalinen kontrolli johtuu juuri TLF:n lateraalisen jännitteen vaikutuksesta. Richardson (2005) on katsonut siis TLF:n jännitteen myötävaikuttavan myös rangan stabiliteettiin. (Bogduk 2005, 117; Richardson ym. 2005, 42.) Lumbosakraalialueen liikkeen ja stabiliteetin todetaan myös olevan riippuvainen TLF:n kautta välittyvien voimien tasapainosta (Schuenke, Vleeming, Van Hoof, Willard 2012, 568).

Kun tutkittiin TLF:n roolia nostotilanteessa, todettiin että TLF voisi siirtää voimia myös passiivisena rakenteena lannenikamien okahaarakkeiden sekä suoliluun välillä. Richardson (2005) kirjoittaa olevan mahdollista, että PLF:n säikeet voivat avustaa selkärangan kohdistuvan ekstensio-momentin tuottamisessa nostotilanteessa. (Richardson 2005, 33.) Posteriorinen ligamenttijärjestelmä (posteriorinen longitudinaalinen ligamentti, keltaside, zygapophysiaalinelkapselit, interspinous -ligamentti, TLF) eivät kuitenkaan ole tarpeeksi vahvoja korvaamaan varsinaista selän lihastyötä nostotilanteen aikana. (Bogduk 2005, 118.) Voimantuoton määrää, jonka koko posteriorinen ligamenttijärjestelmä tuottaa nostaessa, ei ole kuitenkaan määrällisesti vahvistettu (Bogduk 2005, 116). TLF ympäröi Bogdukin mukaan selän lihakset lisäten näin niiden välistä voimaa, jonka Bogduk on kuvannut toimivan ikään kuin hydraulisena vahvistimena. Selän lihasten passiivinen jännite voi myös osaltaan olla Bogdukin mielestä tärkeässä osassa selkärangan tukemisessa yhdessä koko posteriorisen ligamenttijärjestelmän kanssa. (Bogduk 2005, 119.)

## **7.2 TLF:aan liittyvien lihasten rooli biomekaniikassa**

M. transversus abdominiksella (TrA) on Richardsonin (2005) mukaan TLF:aan vaikuttavista lihaksista suurin vaikutus sen lateraaliseen jännitteeseen ja tätä kautta myös selkärangan asentoon ja sen hallintaan. Myös m. obliquus internus abdominis (OI) voi TLF:n lateraalireunaan kiinnittyessään vaikuttaa sen jännitteeseen. (Richardson 2005, 33.) Koska MLF on yhteydessä TrA:een, se kykenee välittämään tämän tuottamia jän-

nitteitä edelleen lannerikamien poikkihaarakkeisiin (Barker ym. 2004, 137–138; Barker ym. 2010, 505). Tämä voimansiirtoyhteys TLF:n ja TrA:n välillä antaa syytä uskoa, että TrA:lla voisi olla suuri rooli lannerangan segmentaaliossa hallinnassa. (Barker ym. 2010; Benjamin 2009, 14). Bogdukin (2005) mukaan vatsalihaksilla on kuitenkin kohtalaisen vähän kiinnityskohtia TLF:ssä, joten suurta hyötyä näiden jännityksestä ei saada. Bogdukin laskelman mukaan ekstensiovoima, minkä vatsalihakset voivat saada aikaan lannerankaan on alle 6 Nm. (Bogduk 2005, 116.)

Barker ym. (2010) sen sijaan todistivat tutkimuksessaan, että ainakin tutkimusolosuhteissa iäkkään vainajan balsamoituun MLF:aan kohdistettu nopea jännite pystyy murtaamaan poikkihaarakkeiden päät irti. Poikkihaarakkeet murtuivat MLF:aan kohdistetun voiman ollessa keskimäärin 82 N. Tällainen voima voi kohdistua MLF:aan elävillä yksilöillä esimerkiksi maksimaalisen vatsaontelon sisäisen paineen aikana. Tutkijat kuitenkin toteavat, että nuorilla ja balsamoimattomilla elävillä yksilöillä kudoksen periksi antaminen vaatii selvästi suuremman kuormituksen. (Barker ym. 2010, 505, 507.)

Aikaisemmassa tutkimuksessa Barker ym. (2004) huomasivat, että kohdistettaessa 10 N:n voimaa TLF:aan yhteydessä oleviin lihaksiin, PLF kykeni välittämään suurimpia voimia LD:sta ja TrA:sta, ja MLF TrA:sta. Pienempiä voimia faskioihin siirtyi vinojen EO:n ja IO:n sekä GM:n jännitteen seurauksena. (Barker ym. 2004, 136.) Saman tutkimuksen mukaan TrA olisi ainoa lateraaliossa sijaitseva vatsalihas, joka kykenee vaikuttamaan kaikkiin lannerangan segmentteihin sekä PLF:n että MLF:n välityksellä. Heidän mukaansa jopa pienimmät TrA:een kohdistetut jännitteet välittyivät faskiaalisten kiinnitysten kautta kaikkiin lannerikamien haarakkeisiin. He epäilevätkin, että faskiat saattavat olla hyvin rakentuneita sietämään juuri pieniä jännitteitä, sillä tutkimuksessa faskioihin siirtyvä voima kasvoi lihaksiin kohdistetun voiman kasvaessa suurimmassa osassa lihaksista 10 N:iin asti, mutta ei juurikaan enää tästä ylös. He viittaavat myös Hodgesin & Richardsonin (1997) aikaisemman elektromyografian avulla suoritetun tutkimuksen tuloksiin, joiden mukaan TrA saattaa vaikuttaa segmentaalisen liikkeen hallintaan mahdollisesti juuri lumbaalisten faskioiden välityksellä. (Barker ym. 2004, 129, 135, 137.)

Hodges ja Richardson (1996) tutkivat yläraajalla suoritetun nopean liikkeen ja sen suunnan vaikutusta keskivartalon lihasten aktivoitumismalliin, sekä erityisesti TrA:n roolia tässä liikkeessä terveillä ja alaselkävivasta kärsivillä. Olkanivelen liike tehtiin fleksioon, ekstensioon ja abduktioon. Tutkijat halusivat käyttää testiliikkeenä juuri koe-



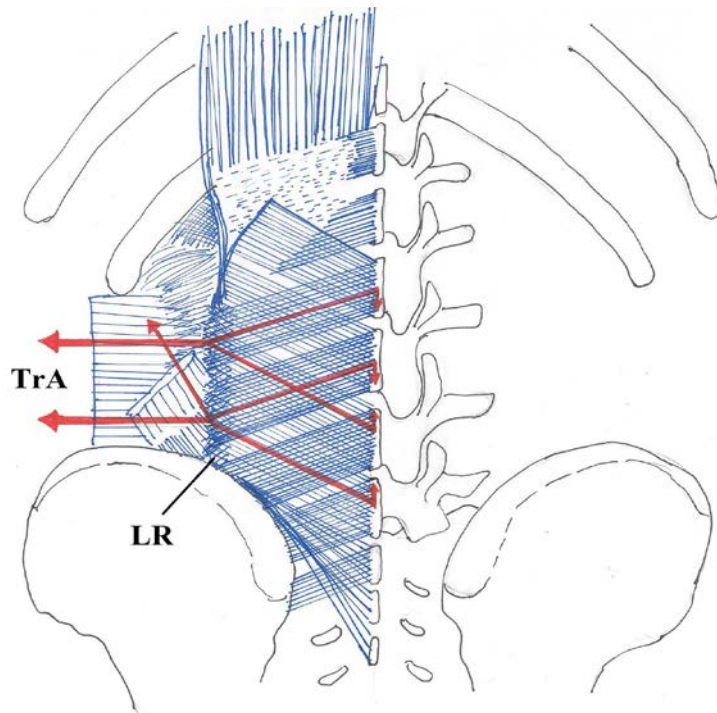
henkilön itsensä oman raajan painolla tekemää liikettä, jotta keskushermosto tietäisi ja ennakoisi jo etukäteen liikkeen selkärankaan aiheuttaman häiriön ja tuottaisi juuri oikeat tukitoimenpiteet eli tarvittavien lihasten aktivaation. Liikkeen tuli myös olla epätoiminnallinen, jotta voitaisiin arvioida yhtä motorisen kontrollin osiota eristetyksi. (Hodges & Richardson 1996, 2640–2648.)

Kaikilla tutkimushenkilöillä keskivartalon lihakset aktivoituivat ennen liikkeen agonistin eli deltoideuksen aktivoitumista tai hieman sen jälkeen. TrA aktivoitui keskivartalon lihaksista aina ensimmäisenä liikkeen suunnasta riippumatta. Toisaalta alaselkäkipuisilla TrA:n aktivoituminen oli kaikissa liikesuunnissa huomattavasti viivästynyt kontrolliryhmään verrattuna. Tutkimuksesta saadut tulokset todistavat, että keskushermosto käynnistää keskivartalon lihasten supistumisen jo ennen raajan liikettä. Tutkijat tekivät tulosten perusteella hypoteesin, että TrA:n viivästynyt supistuminen merkitsee motorisen kontrollin häiriötä ja voisi johtaa selkärangan puutteelliseen lihasstabilisaatioon. (Hodges & Richardson 1996, 2640–2646)

Sama tutkijapari Hodges ja Richardson (1997) suorittivat myös toisen samankaltaisen tutkimuksen, jossa he tutkivat keskivartalon lihasten aktivaatiota lonkan liikkeiden yhteydessä terveillä yksilöillä. Jokaisen liikesuunnan (fleksio, ekstensio ja abduktio) yhteydessä lihasaktivaatio ilmeni keskivartalossa ennen lonkan liikkeen agonistia. Ensimmäisenä aktivoituva lihas oli jälleen poikkeuksetta TrA. TrA:n ja vinojen vatsalihasten reaktioajat pysyivät samoina liikesuunnasta riippumatta kun taas RA:lla ja MF:lla ne vaihtelivat liikkeestä toiseen. Tulosten perusteella pääteltiin, että keskushermosto pyrkii tukemaan selkärankaa aktivoimalla keskivartalon lihaksia riittävästi vastaamaan tulevan raajan liikkeen tuottamia reaktivoimia, ja TrA sekä vinot vatsalihakset näyttäisivät noudattavan toimintamallia, joka on riippumaton näiden reaktivoimien suunnasta. (Hodges & Richardson 1997, 132.)

Selkärangan stabilaatioon vaikuttavat TrA:n lisäksi myös intersegmentaaliset lihakset (mm. intertransversarii, interspinales) sekä alaselän lihaksista mm. multifidus (Mf), longissimus, iliocostalis sekä quadratus lumborum (QL) mediaaliset säikeet. Nämä lihakset tukevat ja kontrolloivat lannerangan asentoa ja tukevat tai stabiloivat lannerangan segmenttejä. Alaselän lihasten kestävyyskapasiteetti on korkea oksidatiivisten entsyymien kertymän vuoksi. Mf:lla on ainutlaatuinen nikamasta nikamaan kiinnitys lannerangassa ja varsinkin lanne-sakraali ylimenoalueella. M. longissimus thoracis - lihaksen

(pars lumborum) juosteet muodostavat yhteisjänteen, joka muodostaa lumbaarisen intermuskulaarisen aponeuroosin kiinnittyen osaltaan suoliluuhun. M. iliocostalis lumborum (pars lumborum) on lannerangan lihasryhmistä lateraalisin. Sen muodostaa neljä juostetta, joista osa saa alkunsa osittain TLF:n keskimmäisestä kerroksesta. (Richardson 2005, 61–63.)



KUVA 7. Voimansiirtoyhteys m. transversus abdominiksen (TrA) ja lannerangan poikihaarakkeiden välillä. LR = lateral raphe (Bogduk 2005, 117, muokattu)

### 7.3 Ongelmia TLF:n toiminnassa?

Barker & Briggs (1999, 1757, 1759) viittaavat tutkimuksiin (Carr ym. 1985; Konno, Kikuchi & Nagaosa 1994; Styf & Lysell 1987) joissa erääksi alaselkävun harvinaiseksi aiheuttajaksi on ehdotettu paraspinaalilihasten aitiopaineoireyhtymää (Barker & Briggs 1999, 1757, 1759.) PLF:n syvä kerros sulautuu yhteen anterolateraalisen vatsantelonseinämän lihaksiin, etenkin TrA:een ja OI:een, sekä ympäröi tiukasti paraspinaalilihaksia kuten Mf:a (Barker & Briggs 1999, 1757.) Barker & Briggs (1999, 1759) kertoivat, että aitiopaineoireyhtymä voisi periaatteessa esiintyä alaselkävusta kärsivällä selän syvässä lihasaitiossa, jota reunustavat PLF:n posterioriset lisäligamentit (kuva 6).

Heidän mukaansa Bogduk & Macintosh (1984) kuvailivat näiden ligamenttien olevien paksuimmillaan L4- ja L5-nikamien välillä. Ligamentit saattavat jakaa paraspinaalilihakset aitiioihin, erityisesti Mf:n, joka näyttää poikkileikkauksessa sijaitsevan omassa faskian ympäröimässä lokerossaan. Barker & Briggs viittaavat tutkijoihin (Hides, Richardson & Jull 1996; Hides, Stokes, Saide, Jull & Cooper 1994), joiden mukaan tämä saattaisi selittää nopean, selektiivisen, toispuoleisen ja segmentaalisen kuihtumisen, jota Mf:ssa on havaittu L3- ja L5-nikamien välillä akuutista alaselkäkivusta kärsivillä. (Barker & Briggs 1999, 1759.)

Vleeming ym (1995, 40) eivät kuitenkaan onnistuneet löytämään edellä kuvatun mukaisia ligamenteja tutkimuksessaan, joten raportit niiden olemassaolosta ovat ristiriitaisia (Vleeming ym 1995, 40). Myös Barker & Briggs asettivat tutkimuksensa perusteella (1999, 1761) kyseenalaiseksi teorian paraspinaalilihasten aitiopaineoireyhtymästä alaselkäkivusta kärsivällä ilmenevän lihasatrofian syynä, sillä he eivät löytäneet PLF:sta selkeitä segmentaalisia paksuuntumia, jotka olisivat voineet olla posteriorisia lisäligamenteja (Barker & Briggs 1999, 1761).

#### **7.4 TLF:n voimansiirrolliset yhteydet tutkimusten valossa**

Vleeming (2012) ja Benjamin (2009) ehdottivat TLF:n vaikutuksen voimantuottoon vartalon, lantion ja raajojen välillä olevan merkittävä siihen kiinnittyvien lihasten vuoksi. TLF:n on oletettukin yhdistävän toisiinsa suuret vastakkaisten raajaparien lihakset eli m. gluteus maximuksen ja m. latissimus dorsin. (Benjamin 2009, 1-14; Vleeming 2012, 37.) Carvalhais ym. (2013) tutkivat tarkemmin tätä toiminnallisen ketjun mukaista voimansiirtoa in vivo -tutkimuksessaan, hypoteesinaan että m. latissimus dorsi (LD) -ja m. gluteus maximus (Gmax) -lihasten sekä TLF:n välillä olisi mittavat yhteydet.

Carvalhais ym. (2013) tutkivat mahdollista yhteyttä lihasten välillä arvioimalla aiheuttaako tutkimushenkilöiden (n 37) LD:n aktiivinen tai passiivinen jännitys vastakkaisen puolen Gmax:n lisääntyneen passiivisen jännityksen, joka ilmenisi muutoksena lonkan lepoasennossa (RP = resting position) tai passiivisena jäykkyytenä. Lonkan lepoasento määriteltiin kulmana, jossa siihen kohdistuva passiivinen vääntömomentti on 0. Lonkan passiivinen jäykkyys laskettiin passiivisen vääntömomentin muutoksena nivelen kulman muutosta kohti. Isokineettistä dynamometriä käyttäen heiltä mitattiin lonkan passiivinen

vääntömomentti sisäkiertoa vastaan. Heidät testattiin kolmessa eri testiolosuhteessa: 1. kontrolli (ilman jännitettä LD:ssa), 2. passiivinen (venytys lihaksessa) ja 3. aktiivinen LD:n jännittäminen. LD:n ja lonkan seudun lihasaktiivisuutta havainnoitiin EMG:n avulla. Tulokseksi saatiin, että LD:n passiivinen jännittäminen aiheutti lonkan lepoasennon siirtymisen kohti ulkokiertoa ( $p=0.009$ ), mutta ei muuttanut lonkan passiivista jäykkyyttä ( $p>0.05$ ). Aktiivinen LD:n jännittäminen aiheutti myös lonkan lepoasennon siirtymisen ulkokiertoa kohti ( $p<0.001$ ) ja lisäsi lonkan passiivista jäykkyyttä ( $p\leq 0.004$ ). Tutkimus toi siis empiirisiä todisteita myofaskiaalisesta voimansiirrosta elävillä osoittamalla, että LD:n jännityksen manipuloiminen vaikuttaa lonkan passiivisiin muuttujiin. (Carvalhais ym. 2013.)

Carvalhais ym. (2013) totesivat Huijingiin ym. (2011), Montiin ym. 1999, sekä Streetiin & Ramseyyn (1965) viitaten, että LD:n sarkomeerien tuottama voima välittyi endomysiumiin sarkomeerien ja lihassyiden tyvikalvon välillä sytoskeletonin eli solun tukirangan kautta sekä tyvikalvon ja endomysiumin välillä proteeinikompleksien kautta. Carvalhais ym. toteavat Purslow'hun ym. (2010) viitaten, että endomysiumin, perimysiumin ja epimysiumin välisen jatkuvuuden ansiosta voima pääsi välittymään ekstramuskulaariseen sidekudokseen. Osa LD:n supistuksen tuottamasta voimasta siis välittyi lihaksen kanssa samaan suuntaan kulkevan sidekudoksen kautta. Vastaavasti LD:n venytys lisäsi lihaksen sidekudosverkoston jännitettä. LD:n supistumisen tai venytyksen myötä epimysiumiin saapuvat voimat välittyivät sidekudosjatkumon myötä TLF:aan ja GMax:een vetäen molempia ylös. Tutkimustulokset tukevat Vleemingin ym. (1995) ja Barkerin ym. (2004) aikaisempia löydöksiä LD:n ja GMax:n välisestä voimansiirrosta, jotka he ovat saaneet vainajilla suoritetuissa tutkimuksissaan. (Carvalhais ym. 2013, 1005–1006.)

Carvalhaisin ym. (2013) tutkimuksessa koehenkilöiden tulosten vaihteluväli oli suuri, vaikka tulokset olivatkin johdonmukaisia keskenään. Lonkan lepoasennon siirtymisessä ulkokiertoon oli suurta vaihtelua asteluvuissa, mistä päätellen myofaskiaalisen voimansiirron voimakkuus ja tehokkuus voi riippua paljolti yksilöllisistä tekijöistä. Vaikka tutkimus ei kykenekään varmasti kertomaan, mitä reittiä voimansiirto LD:sta Gmax:een tapahtui, Barkerin ja Briggsin (1999) aikaisemmat löydökset näiden lihasten anatomisesta yhteydestä tukevat TLF:n roolia voimanvälittäjänä. TLF:n pinnallisen kerroksen mittavat yhteydet vastakkaisten raajojen LD:iin ja Gmax:een (Barker & Briggs 1999) viittaavat näiden rakenteiden välillä tapahtuvaan myofaskiaaliseen voimansiirtoon. Tä-

mä väite on saanut aiemmin tukea ruumiilla suoritetuista tutkimuksista, joissa on osoitettu, että jännitys LD:ssa tai Gmax:ssa liikuttaa selvästi TLF:aa, jopa kehon vastakkaisella puolella. Näissä tutkimuksissa LD:n ja Gmax:n jännite saatiin aikaan kun lihaksiin kohdistettiin paikallisesti vetokuormitus. (Barker ym. 2004; Vleeming ym. 2003).

Stecco ym. (2013) tutkivat kuuden vainajan tutkimuksessaan Gmax:n ja faskia latan anatomisia ja toiminnallisia yhteyksiä, joita he olettivat löytyvän. Tutkimuksessaan he myös totesivat, että TLF voi vaikuttaa voimansiirrollisesti faskiaalisten yhteyksien kautta myös polveen ja alaraajoihin. Tämä johtuu siitä, että syvä faskia peittää Gmax:n pinnat ja monet sen lihassyöt kiinnittyvät faskian sisäpinnoille. Kaikilla tutkimuksen koehenkilöillä Gmax:n faskia todettiin jatkuvaksi PLF:n pinnallisen kerroksen kanssa. (Stecco ym. 2013.) Esimerkiksi Vleeming (2012) on aikaisemmin myös kuvaillut PLF:n pinnallisen kerroksen olevan yhteydessä Gmax:een. (Vleeming 2012, 37–38.) Distaalisesti Gmax:n faskia jatkuu IT -jänteen sekä m. tensor fascia lataen faskian kanssa. Fascia latasta puolestaan lähtee joitakin yhteyksiä m. vastus medialis sekä m. biceps femorikseen. Näiden IT -jänteen distaalisten kiinnityskohtien vuoksi Gmax:a voidaan pitää osaltaan vaikuttajana polven liikkeisiin. Syvä faskia osallistuu mekaaniseen koordinaatioon eri lihasten välillä näiden monien myofaskiaalisten liitoksien ansiosta. (Stecco ym. 2013). Gmax on myös yhteydessä anatomisesti paraspinaalilihaksiin TLF:n kautta, minkä vuoksi voimansiirto selkärangasta lantioon osittain mahdollistuu. Tutkimus vahvisti siis faskiaalisten yhteyksien olemassaoloa ja näiden yhteyksien merkitystä voimansiirrossa TLF:sta polveen saakka. (Stecco ym. 2013.) Molemmat edellä mainitut tutkimukset vahvistivat sitä, että faskiaalisia yhteyksiä on olemassa ja ne vaikuttavat voimansiirtoon vartalon ja raajojen välillä.

Vainajan kudosten mekaaniset ominaisuudet poikkeavat elävistä (Wilke ym. 1996), joten on mahdollista, että lihaksen venytyksestä tai supistumisesta johtuva TLF:n veto tuottaa erilaisia vaikutuksia elävillä yksilöillä. Tämän vuoksi elävillä ja terveillä koehenkilöillä tehtyjä tutkimuksia tarvitaan. Carvalhais ym. (2013) tutkimus oli ensimmäinen In vivo -tutkimus myofaskiaalisesta voimansiirrosta LD:n sekä Gmax:n välillä. (Carvalhais ym. 2013, 1001–1006.) Faskia on elävää kudosta ja jatkuvaa koko kehon kattavaa verkostoa ja vaikka sen rakenteen saisikin selville dissektioiden kautta, toiminta sen fysiologisessa tilassa ja olosuhteissa jäisi epäselväksi. Vainajia tutkittaessa faskian mekaaniset ominaisuudet poikkeavat normaaliolosuhteista, esimerkiksi lihasten aikaansaamat jännitteet faskiaan, propioseptiikka, faskiaketjujen toiminta sekä faskiaker-

rosten nestepitoisuuden merkitys saadaan huomioitua vain *in vivo*-tutkimuksissa. (Carvalhais ym. 2013, 1001–1006.) Steccon ym. (2013) tutkimus oli tehty vainajille, mutta myös nämä tutkimukset ovat merkittäviä, jotta saadaan perusteita toiminnallisuuden ymmärtämiselle (Stecco ym. 2013).

## 8 FASKIAN KÄSITTELY

Kolmantena opinnäytetyötämme ohjaavana kysymyksenä halusimme selvittää, *voidaanko manuaalisella käsittelyllä vaikuttaa faskiaan, ja miten*. Faskia-käsittelyt ovat tällä hetkellä hyvin voimakkaasti esillä fysioterapeuttien keskuudessa ja käsittelystä on useita eri suuntauksia, jonka vuoksi kaikkiin niihin on mahdotonta tämän opinnäytetyön puitteissa perehtyä. Itse TFL:n käsittelystä ei löytynyt tarkkaa, tutkittua tietoa. TFL on kuitenkin osa syvää faskiaa, jonka käsittelyyn perehdymme tässä luvussa.

Suomessa järjestetään Fascial Manipulation®-tekniikkaan pohjautuvia koulutuksia eniten tällä hetkellä muihin käsittelytekniikoihin suhteutettuna (Suomen Ortopedisen Manuaalisen...2014). Osallistuimme Maarit Keskinen pitämään koulutukseen, joka pohjautui myös tähän tekniikkaan. Fascial Manipulation®-tekniikkaan pohjautuvia tutkimuksia löytyi kolme kappaletta. Edellä mainitut asiat vaikuttivat miksi halusimme perehtyä juuri Fascial Manipulation®-tekniikkaan. Olemme tästä huolimatta kriittisiä ja valitsimme yhden MFR-tekniikkaan pohjautuvan tutkimuksen vertailun vuoksi.

### 8.1 Indikaatio faskiakäsittelylle

Faskiakäsittely on yksi osa manuaalista terapiaa, ja erilaisilla pehmytkudoksiin vaikuttavilla manuaalisilla tekniikoilla on hoidettu jo pitkään tuki- ja liikuntaelimestön kiputiiloja. (Cosic, Day, Iogna & Stecco 2013, 3; Day & Stecco 2008, 128–131.) Monesti manuaalisten tekniikoiden hyödyntäminen hoidossa perustuu terapeutin palpoiden havaitsemaan kudoksen jäykkyyden muuttumiseen hoidon vaikutuksesta. Vaikka historiassa on käsitelty ”faskiaa” jo 460 eKr, uudemmat sukupolvet kuten tohtori Ida Rolf, Steccon perhe sekä Thomas Myers ovat tuoneet esille tavan käsitellä faskiaa liikkeiden koordinaation ja kehon toiminnallisuuden näkökulmasta. (Keskinen 2013.)

Dayn ja Steccon (2004) sekä Steccon (2008) mukaan faskiakäsittely on aiheellista, mikäli faskian toiminta todetaan normaalista poikkeavaksi, esimerkiksi faskiakerrosten välinen liukuminen on estynyt. On esitetty laajasti teorioita siitä, voiko syvien faskiakerrosten välinen liukumattomuus olla syynä muille erilaisille tuki- ja liikuntaelimestön toimintahäiriöille. Stecco (2004) kirjoittaa, että suurimmalla osalla faskiakäsittelyyn

hakeutuvista potilaista on kroonisia toimintahäiriöitä yhdessä faskian pohja-aineen (engl. ground substance) tihtymisen kanssa. (Day & Stecco 2008, 128–135; Stecco 2004, 86.)

Erilaiset sisäiset ja ulkoiset tekijät voivat muokata faskian perusrakennetta ja vaikuttaa sen normaaliin mekaaniseen toimintaan. Asentovirheiden kautta hankittu faskian jäykistyminen ja toistuva mekaaninen tai termaalinen ärsytys, kerrosten välisen nestepitoisuuden vähentyminen, lihasepätasapainon ongelmat tai mahdolliset traumat voivat vaikuttaa faskian ominaisuuksiin ja tehdä siitä jäykän. Tutkijat uskovat, että faskian jäykistyminen on seurausta toistuvasta tulehdustilasta, kuten yllirasituksesta. Tämä saa aikaan kollageenisäikeiden määrän nousun kudoksessa, jolloin faskiasta tulee tiheämpää sekä jäykempää. Useimmissa tapauksissa käy niin, että kuidut eivät enää järjestäydy itse takaisin fysiologisiin linjoihinsa, kuten tasapainoisessa ja normaalissa kudoksen olotilassa. (taulukko1.) Tässä tilanteessa voidaan harkita faskiakäsittelyä ja alueen hoitoa manuaalisin tekniikoin. (Stecco 2004, 80.) Kun faskiakerrosten kollageenisäikeiden välinen fysiologinen liukuminen estyy tai rajoittuu, se vaikuttaa mekaanisten häiriöiden lisäksi myös faskian mekanoreseptoreiden ja afferentin hermotuksen toimintaan. Tämä voi aiheuttaa proprioseptiikan ongelmia, josta seuraa puolestaan liikehallinnan häiriöitä. Myös elimistön omat kemialliset tai metaboliset tekijät voivat vaikuttaa faskian ominaisuuksiin. (Cosic, Day, Iogna & Stecco 2013, 5–8; Day & Stecco 2013, 1–2; Stecco 2008, 130; Stecco 2004, 80–81.)

TAULUKKO 1. Faskian reaktio stressille. Toistuva mekaaninen ärsyke, termaalinen tai sensorinen stressi sekä aineenvaihdunnalliset häiriötilat voivat olla syynä seuraaviin reaktioihin (Stecco 2004, 80, muokattu)

esim. lievää nivelsiteen venähdyksestä aiheutuva akuutti tulehdusreaktio →	kudoksen luonnollinen korjaantuminen →	kollageenin järjestyminen →	faskiakudoksen parantuminen
esim. vääränlaisesta kuormituksesta johtuva krooninen tulehdus →	kollageenin ylituotanto →	kollageenin epänormaali kehitys →	pohja-aineen tiivistyminen



Stecco (2004) mukaan faskiakäsittelyllä on tavoite muuttaa faskian mekaanisia ominaisuuksia ja tehdä tästä helpommin kehon liikkeisiin sopeutuvan. Käsittelyn oletetaan esimerkiksi stimuloivan faskian mekanoreseptoreita ja muuttavan proprioseptista viestiä keskushermostoon. (Stecco 2004, 80–81.) Faskialla on vahva kyky korjaantua, kehittyä ja mukautua uudelleen. Faskian pohja-aineen muokkaantuminen ei tapahdu kuitenkaan spontaanisti ja vain ulkoinen, kohdennettu käsittely voi kroonisessa tapauksessa auttaa tähän. (Keskinen 2013; Stecco 2004, 80–81.) Faskiakäsittely tuottaa kudokseen aina inflammatorisen reaktion, joka kuitenkin loppuu 24–48 tunnin kuluessa. Reaktion loppumisen jälkeen oireilu poistuu ja kudoksesta palautuu optimaalisessa tilanteessa takaisin fysiologiseen tilaansa. (Keskinen 2013.)

## **8.2 Myofascial Release–tekniikka sekä muita suuntauksia**

Muilla kirjailijoilla on eri malleja faskiaverkoston toiminnasta, ja faskian käsittelyllä pyritään vaikuttamaan eri seikkoihin. Jo aiemmin mainitulla Thomas Myersilla (2012) on faskiameridiaaneihin perustuva teoria, mitä hyödynnetään manuaalisessa terapiassa. Myofascial Release–tekniikka (MFR) on puolestaan terapeuttinen menetelmä, missä käytetään kevyttä painetta ja venytystä vapauttamaan eri syistä liikerajoittunutta myofaskiaa. (LeBauer, Brtalik & Stowe 2008.)

LeBauer ym. (2008) esittävät tapaustutkimuksensa pohjalta myofaskiaalisten tekniikoiden vaikuttavuutta aikuisväestön idiopaattisen skolioosiin. Tutkimushenkilöä hoidettiin Myofascial Release (MFR) -tekniikalla kuuden viikon ajan kahdesti viikossa. Tutkimuksen muuttujissa (subjektiivinen koettu kipu ja elämänlaatu, vartalon rotaatio, ryhti, sekä hengitysfunktiot) tapahtui kohentumista, etenkin koetun kivun kohdalla. Vartalon fleksio-ekstensiota sekä lateraalifleksiota mitattiin myös goniometrillä, mutta näissä arvoissa ei tapahtunut muutosta. (LeBauer ym. 2008.) Faskiakäsittelymenetelmiä on monia, mutta jokaisessa mallissa yhteistä on faskian jatkuvuuden periaate. (Day & Stecco 2008, 130; Meltzer ym. 2009, 162.)

### 8.3 Fascial Manipulation®

Faskian käsittelystä on useita eri suuntauksia ja kaikkiin niihin on mahdotonta tämän opinnäytetyön puitteissa perehtyä, joten valitsimme fysioterapeutti Luigi Steccon kehittämän Fascial Manipulation®-tekniikan tarkasteltavaksi kohteeksemme. Tämä on kuitenkin vain yhden teoritsijan näkökulma faskiakäsittelyyn, joten suhtaudumme siihen suhteellisen kriittisesti. Fascial Manipulation®-tekniikassa faskiarakenteiden rooli on nostettu tuki- ja liikuntaelimestön ongelmissa biomekaanisen mallin mukaan merkittäväksi (Stecco 2004). Fascial Manipulation®-tekniikan tavoite on parantaa jonkin tietyn alueen liikkuvuutta, vähentää kipua sekä rekrytoida lihaksia toimimaan ja palauttaa niiden normaali toiminta (Cosic ym. 2013, 3–8; Day & Stecco 2008,1; Stecco 2004, 86). Fascial Manipulation®-tekniikan mukaan ajatellaan, että myofaskiaalinen systeemi on kolmiulotteinen jatkumo. Faskia ei ole vain yhdenmukainen kalvo, vaan kudoksilla on tietty järjestys ja suhde alla oleviin lihaksiin. Fascial Manipulation®-tekniikan pohjana on vainajille tehtyjä tutkimuksia faskian anatomiasta ja fysiologiasta. (Stecco ym. 2012, 335.)

Koko keho on jaettu 14 eri osioon eli segmenttiin, joita ovat pää, niska, rintakehä, lanneranka, lantio, lapaluu, olkaluu, kyynärpää, ranne, sormet, lonkka, polvi, nilkka ja jalkaterä. Jokaista osiota kohden on kuusi myofaskiaalista yksikköä, yhteensä siis 84 kappaletta. Myofaskiaaliset yksiköt rakentuvat liikettä koordinoivista motorisista yksiköistä, joista jokainen sisältää lihassoluja, hermopäätteitä sekä faskiarakenteita. Yhdessä ne liikuttavat tiettyä niveltä vain yhteen suuntaan. (Day & Stecco 2008; Lahtinen-Suopankki 2012; Stecco ym. 2012, 335; Stecco 2004, 82–83.) Monet lihakset kuitenkin sisältävät enemmän kuin yhden myofaskiaalisen yksikön, joten niillä on kyky liikuttaa niveltä moniin eri suuntiin. (Stecco 2004, 80; Keskinen 2013; Lahtinen-Suopankki 2012; Luomala ym. 2013, 3–5.)

Jokaisessa myofaskiaalisessa yksikössä sijaitsee ”Centre of Coordination” eli CC-piste, missä ajatellaan olevan eri faskiakerrosten risteämiskohta joka ikään kuin synkronoi voimavektorit keskenään. Stecco ajattelee että tässä pisteessä eri tekijät sekoittuvat keskenään yhtäaikaaisesti ja aiheuttavat pohja-aineen muokkaantumisen. (Stecco 2004, 80.) ”Centre of Perception” eli CP-pisteessä tapahtuu itse aistimus ja ”Centre of Fusion” eli CF-pisteet toimivat kahden eri tason välillä. Nämä edellä mainitut syvän faskian alueet

ovat herkempiä ja tiuhemmin hermotettuja kuin muut alueet. Faskiapisteet voivat olla erittäin herkkiä terapeutin antamalle paineelle. Tämä johtuu Stecco (2004) mukaan siitä että vapaat hermopäätteet, jotka sijaitsevat kovettuneessa ja venytykseen mukautumattomassa kudoksessa, ovat jännittyneet epäfysiologisella tavalla. (Stecco 2004, 86.) Manipulaatiohoidon tarkoitus on vaikuttaa syvän faskian kerrosten väliseen liukumiseen tiettyjen alueiden Centre of Coordination–pisteiden kautta. Vain näiden tiettyjen pisteiden kautta saadaan aikaan tekniikan mukainen toivottu vaikutus syvään faskiaan. (Keskinen 2013; Stecco 2004, 80–86.)

Jos tällainen tietty alue herkistyy, koko myofaskiaalisen yksikön toiminta ja siihen vaikuttavien lihasten toiminta häiriintyy. Myofaskiaalisen yksikön toimintahäiriö voi siis johtaa erilaisin liike- ja kuormitushäiriöihin tai kipuun. (Keskinen 2013; Lahtinen-Suopanki 2012; Luomala ym. 2013, 3–5.) Pisteistä käytetään tekniikan mukaista anatomista karttaa, mikä ohjaa hoidon kulkua (Stecco 2004, 80).

### 8.3.1 Hoidon aloitus ja eteneminen

Fysioterapeutin on ennen käsittelyn aloittamista syytä haastatella asiakas sekä selvittää taustatiedot laaja-alaisesti, jotta tiedetään mahdollisia syitä faskian patologiselle tilalle. Myös faskian jatkuvuuden ja anatomian ymmärtäminen on tärkeää, jos haluaa toteuttaa laadukasta faskiakäsittelyä. (Day ym. 2008; 134.) Hoidon aloittamista edeltää tarkka haastattelu ja tutkiminen Fascial Manipulation®-tekniikan mukaiseen protokollaan perustuen. Kivuliaat liikkeet, aiempi terveys- ja kipuhistoria, murtumat, operaatiot ja traumat on syytä selvittää, sillä on esitetty, että esimerkiksi vanhat arvet voivat ikään kuin ”vetää” faskiaverkkoa aiheuttaen ongelmia muualla kuin itse ongelmakohtassa. Tästä syystä kipukohta ei olekaan välttämättä oletettu ongelmakohta, vaan syy voi löytyä kauempaa faskiaketjujen kautta. (Stecco 2009, 21; Keskinen 2013.)

Haastattelun ja päällimmäisen hypoteesin jälkeen terapeutti suorittaa soveltuvat liiketestet sekä tutkii valittujen segmenttien mukaisten myofaskiaaliyksiköiden toiminnan (Day & Stecco 2008, 128–135). Hoidon vaikuttavuuden kannalta on tärkeää tunnistaa, mihin suuntaan faskian liikkuvuus on rajoittunut. Terapeutti tutkii palpoiden missä CC–pisteessä on rajoittunut liikkuvuus ja mihin suuntaan se on rajoittunut. Hoito on aina yksilöllisesti suunniteltu. Indikaatio Fascial Manipulation®-tekniikalle on faskiakerros-

ten välinen liukumattomuus, ei esimerkiksi kipu kyseisessä kohdassa. (Day & Stecco 2008, 128–135.) Kaikkien eri segmenttien liikkeitä analysoidaan vielä eri tasoissa, joita ovat frontaali-, sagittaali- ja horisontaalitaso. Tasojen mukaan liikettä analysoidaan vielä seuraaviin kuuteen suuntaan, joita ovat antemotion (AN), retromotion (RE), lateromotion (LA), mediomotion (ME), intrarotation (IR) sekä dextrarotation (ER). Lisäksi arvioidaan numeraalisesti yhdestä kolmeen alueen koettu kipu, kudoksen liikkuvuus sekä heikkoudet lihasvoimassa. Näiden perusteella laaditaan henkilölle hoitosuunnitelma. (Day & Stecco 2008, 130; Keskinen 2013.)

Terapeutin antaman hidas ja syvä painallus aktivoi Ruffinin päätteitä ja laskee näin sympaattisen hermoston aktivaatiota ja lihastonusta (Keskinen 2013). Hankaamalla pistettä saadaan aikaan termaalinen vaikutus syvän faskian pohja-aineeseen saakka ja se käynnistää parantumista edeltävän tulehdusreaktion (Cosic, Day, Iogna & Stecco 2013, 3; Day ym. 2008, 130; Stecco 2004, 86). Hoitoa annetaan yleensä muutama minuutti kudosten rentoutumiseen tai kivun vähentymiseen asti, noin 30–70 N voimalla (Luomala ym. 2013, 3–5; Stecco 2004, 86). Terapeutin ote kiinnittyy potilaan ihoon siten, että löyhä ihonalainen sidekudos liikkuu yhdessä otteen mukana ja hankaus kohdistuu suoraan faskiaan. Potilaan tuntemuksia ja etenkin kivun ohjautumista CC-pisteestä CP-pisteeseen tulee hoidon aikana tiedustella. (Stecco 2004, 86.)

### **8.3.2 Fascial Manipulation® tutkimusten valossa**

Luomalan ym. (2013) tutkimuksen tarkoitus oli selvittää ultraäänen ja elastografian avulla, mitä syvän faskian tiheydessä tapahtuu ennen ja jälkeen kyseisen käsittelytekniikan vertailemalla näitä kuvia keskenään. Hypoteesina oli, että terapeutin tuntemus kudoksista sekä ultraäänen ja elastografian avulla saatu kuva kohtaisivat keskenään. Tutkittava kärsi pohkeen alueen kireydestä ja sai yhden hoitokerran ajan Fascial Manipulation®-tekniikan mukaista hoitoa kahteen eri pisteeseen pohkeen ja reiden alueelle. Ennen käsittelyä ultraäänikuvassa havaittiin selvä patologinen muutos kudoksen tiheydessä. Kyseinen alue sijaitsi syvässä faskiassa pohkeeseen merkityn pisteen alla, mutta käsittelyhoidon jälkeen koko alue oli pehmeämpi ja ohuempi. Elastografiassa havaittiin, että faskiakerrosten välinen elastisuus lisääntyi. Ultraäänivideokuvaa analysoimalla todettiin, että faskiakerrokset liukuvat toistensa lomassa vapaammin Fascial Manipulation®-käsittelyn seurauksena. Fascial Manipulation®-tekniikka lisäsi Luomalan ym.

(2013) mukaan kerrosten välistä liukumista sekä faskian paikallista viskoelastisuutta. Manuaalisella hoidolla voitaisiin tähän viitaten vaikuttaa syvän faskian mekaanisiin ominaisuuksiin. (Luomala ym. 2013, 1–5.) Manuaalinen hoito on terapeutin rystysillä, kyynärpäällä tai mahdollisesti sormenpäällä toteuttamaa syvän faskian hankausta sen liikkuvuuden rajoittuneeseen suuntaan. Tekniikassa voidaan käyttää myös staattista kompressiota ja kudoksen venytystä, kuten jo johdannossa esiin nousutta torakolumbaalisen faskian venytystä. (Cosic ym. 2013, 3–8; Day & Stecco 2008,1; Stecco 2004, 86.)

Cosic, Day, Iogna ja Stecco tutkivat pilottitutkimuksessaan vuonna 2013, voiko Fascial Manipulation®-käsittelyn avulla vaikuttaa murrosikäisten selkärangan asentoon. Cosicin ym. (2013) tutkimuksen tutkimushenkilöillä (n 17) oli rangassaan posturaalinen, toiminnallinen kyfoosi. Tutkimuksessa nuorten keskivartalon alueen CC-pisteisiin käytettiin Fascial Manipulation®-tekniikkaa kerran viikossa 2–4 hoitokerran ajan, yhden kerran kokonaishoitoajan ollessa keskimäärin kolme minuuttia. Tutkimushenkilöille toteutettiin myös seurantamittaukset seitsemän kuukauden jälkeen. Parametrit, joilla hoidon vaikuttavuutta arvioitiin, olivat eteentaivutustesti (vartalon äärifleksio) ja nikamavälien C7 sekä L3 etäisyys mittausselästä. Tutkimusjakson lopussa samat parametrit arvioitiin fysioterapeuttien toimesta ja kaikissa näissä osioissa havaittiin merkittävää paranemista. Nikamien etäisyys mittausselästä C7-tasolla ennen hoitoja sekä seitsemän kuukauden jälkeen oli yhteensä muuttunut 1,20 cm ( $p < 0,0001$ ). L3-tasolla muutos oli 1,07 cm ( $p = 0,0047$ ). Tutkimuksessa todettiin, että annettu hoito oli parantanut merkittävästi selän asentoa. (Cosic ym. 2013, 3–8.)

Faskiakäsittelyä on käytetty myös kivun hoitamiseen. Dayn & Steccon (2008) tutkimushypoteesina oli kivun kokemisen vähentyminen Fascial Manipulation®-tekniikan avulla. Tutkittavat (n 28) kärsivät kaikki kroonisesta olkapääkivusta. Keski-ikänsä tutkittavat olivat 62,7-vuotiaita. Yksilöllistä ja tekniikan periaatteiden mukaista hoitoa annettiin kolme kertaa ja tutkimukseen sisältyi kolmen kuukauden seuranta. Hoidon vaikutuksia mitattiin subjektiivisesti VAS-janalla ennen jakson aloitusta, aloituksen jälkeen sekä seurantajakson jälkeen. Lähes kaikki tutkimushenkilöt kokivat kipujen vähentyneen sekä 53 prosentilla todettiin sagittaalitasoon liikkeen lisääntyneen. Keskimääräinen VAS-arvo oli ennen jaksoa 77 mm, kun kolmen kerran jälkeen se oli keskimäärin 32,8 mm. Tutkimustuloksista voi päätellä, että kyseinen tekniikka voi olla hyödyllinen kivun hoidossa ainakin kroonisessa olkapääongelmassa. (Day & Stecco 2008, 128–

131.)

#### 8.4 Yhteenveto faskiakäsittelyn vaikuttavuudesta

Tutkimuksien perusteella faskiakäsittelyllä saatiin positiivisia tuloksia osalle potilaista. Luomalaan ym. (2013) viitaten syvän faskian tiheyden muutokset sekä patologiset tilat ovat kudoksessa palpoiden tunnistettavissa olevia ja kuvantaen näkyviä muutoksia. Manuaalisella hoidolla voitaisiin vaikuttaa syvän faskian mekaanisiin ominaisuuksiin, sillä Fascial Manipulation®-tekniikka lisäsi tapaustutkimuksessa faskiakerrosten välistä liukumista sekä paikallista viskoelastisuutta. (Luomala ym. 2013, 1–5.) Cosicin ym. (2013) tutkimuksesta taas selvisi, että Fascial Manipulation®-tekniikan avulla voisi vaikuttaa myös selkärangan asentoon ja ryhdin säilyttämiseen (Cosic ym. 2013, 3–8). Day ym. (2008) kertoo Fascial Manipulation®-tekniikan myönteisistä vaikutuksista kivun subjektiiviseen kokemiseen (Day & Stecco 2008, 128–131). Kuitenkin toisella käsittelytekniikalla, MFR:llä, on saatu aikaan tuloksia koetun kivun vähentämisen suhteen (LeBauer ym. 2008.) Edellä mainituista tutkimustuloksista voidaan päätellä, että manuaaliset tekniikat saattavat olla hyödyllisiä faskian normaalin toiminnan palauttamisessa patologisissa tiloissa. Fascial Manipulation®-tekniikka voisi toimia niin faskiakudoksen fysiologisen mekaanisen toiminnan palauttamisessa, jopa selkärangan asennon parantumisessa ja ryhdin hallinnassa, kuin myös kroonisen kivun hoidossa.

Chaudhry ym. (2008) kyseenalaistavat kuitenkin mekaanisen faskiakäsittelyn vaikuttavuuden. Heidän mukaansa syvän faskian muokkaantumisen vaatimat voimat ovat erittäin suuria, etenkin faskia latan kohdalla, jossa vastaavat voimat olivat 925 kg:n normaalivoima (kuormitus kohtisuoraan) ja 460 kg:n tangenttivoima (kuormitus rinnakkaisuuntaan). Tutkijat päättelivät, että manuaalisten terapioiden harjoittajien usein kuvailemat kudoksen vapautuksen tuntemukset eivät voi olla peräisin deformaatioista faskia latan kaltaisessa lujassa kudoksessa, sillä sen muokkaamiseen vaaditaan selvästi manuaalisen terapian mittakaavan ylittävät voimat. (Chaudhry ym. 2008, 379, 385–386.) Schleip (2003) epäileekin, että manuaalisten terapioiden harjoittajien tuottamat mekaaniset voimat saattavat stimuloida faskian mekanoreseptoreita, jotka puolestaan voivat laukaista tonusmuutoksia faskiaan yhteydessä olevissa luurankolihasissa (Schleip 2003, 18).

Schleip (2003) viittaa faskian plastisiteettia tutkivassa työssään Threlkeldiin (1992), jonka mukaan saadakseen aikaan pysyvän kollageenisäikeiden pidentymisen täytyy käsitelijän kohdistaa kudokseen äärimmäisen voimakas venytys (säikeiden 3–8 % pidentyminen), josta seuraa kudoksen repeytyminen ja tulehtuminen. Schleip kertoo Currierin ja Nelsonin (1992) ja Threlkeldin (1992) esittäneen, että vaihtoehtoisesti terapeutti voi kohdistaa kudokseen pienemmän venytyksen (säikeiden 1–1,5 % pidentyminen), säästäten kudoksen repeytymiseltä sekä sitä seuraavalta tulehdusreaktiolta, mutta tällöin käsittelyn täytyy kestää yhteensä yli tunnin ajan. Samassa työssään Schleip lisäksi korostaa asiakkaan hermoston merkitystä faskiamanipulaation tuottamissa vaikutuksissa ja viittaa omaan aikaisempaan tutkimukseensa (1989), jossa hän suoritti faskiakäsittelyä anestesiassa olleille tutkimushenkilöille. Tutkimushenkilöiden hermoston ollessa “sammutettu” ei kudoksesta reagoitu käsittelyyn samalla tavalla kuin hermoston toimiessa normaalisti ja Schleip kuvailikin käsittelyn tuottaneen hyvin samankaltaisia tuloksia, kuin kuolleen eläimen tuoreen lihan manuaalinen käsittely. Hermosto reseptoreineen on mahdollisesti ainoa järjestelmä, joka pystyisi vastaamaan nopeasti tapahtuvista tonusmuutoksista (“release”), joita faskiakäsittelytekniikoilla aiheutetaan. (Schleip 2003, 12–13.)

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ensimmäisenä opinnäytetyötämme ohjaavana kysymyksenä halusimme tietää mikä on faskia ja sen tehtävä. Meille selvisi, että useat teorioitsijat pitävät faskiaa koko kehon kattavana, keskeytymättömänä sidekudosverkostona, joka yhdistää kehon kaikki somaattiset rakenteet toisiinsa näitä tukien ja suojaen (Stecco & Stecco 2012, 25–33; Benjamin 2009, 7). Faskia toimii myös voimaa siirtävänä rakenteena, mutta mielipide faskian kautta siirtyvän voiman määrästä vaihtelee eri tutkijoiden välillä. Uudet tutkimukset ovat tuoneet empiirisiä todisteita myofaskiaalisesta voimansiirrosta eri kehonosien välillä. Faskiaalisen voimansiirron voimakkuus ja tehokkuus riippuu paljolti yksilöllisistä tekijöistä eikä tutkimustuloksia voida aina yleistää. (Carvalhais ym. 2013; Stecco ym. 2013; Barker ym. 2010; Barker ym. 2004; Barker & Briggs 1999, 1757.)

Voi olla, että lihaksen myofaskiaalinen kuormitus saattaa syntyä tietyn alueen kaikista lihaksista, jonka vuoksi lisätutkimuksia tarvitaan määrittämään tietyn lihaksen voimantuotto yksityiskohtaisesti (Huijing 2012, 120). Tutkimukset antavat alustavaa viitettä siitä, että faskian rakenne ja biomekaaniset ominaisuudet kuten voimansiirto ja vetolujuus vaihtelevat alueittain (Stecco 2011, 128; Kumka & Bonar 2012, 185–188; Maas & Sandercock 2010, 1). Keskustelua herättää yleisesti faskiasta luonnehdittu kuvaus pelkästään ”löysänä ja yhdistävänä kudoksena”. Näiden tietojen pohjalta tätä luonnehdintaa faskiasta voidaan pitää jopa epäkäytännöllisenä. (Huijing 2012, 117–118; Stecco 2011, 128)

Toisena ohjaavana kysymyksenä halusimme tietää mikä on torakolumbaalinen faskia ja mikä on sen vaikutus asentoon ja liikkumiseen. Torakolumbaalinen faskia on lanne- ja rintarangan alueille levittyvä rakenne, joka sisältää aponeuroottisia ja faskiaalisia kudoksia (Willard ym. 2012, 508–509; Benjamin 2009, 14). Sen on todettu siirtävän vaihtelevia määriä voimaa vastakkaisten raajaparien, sekä raajojen ja lannerangan välillä. Tämän voimansiirtokyvyn vuoksi TLF saattaa pystyä vaikuttamaan lannerangan segmentaaliseen neutraaliasentoon. (Barker ym. 2004, 137–138; Barker ym. 2010, 505; Carvalhais ym 2013; Vleeming ym. 2003, 38–41.) Vleeming ym. (2003) päättelivät, että TLF:lla saattaa olla hyvin tärkeä rooli selkärangan, lantion sekä alaraajojen välisessä voimansiirrosta, etenkin vartalon kierrossa ja lannerangan sekä SI-nivelten stabiloimisessa (Vleeming ym. 2003, 38–41).



Anatomisesti toisistaan kaukana sijaitsevat lihakset voivat vaikuttaa toistensa toimintaan näiden välisten faskiaalisten yhteyksien kautta. Näitä yhteyksiä on tutkitusti olemassa ja näillä yhteyksillä voi olla merkitys voimansiirtoon eri vastavuoroisten raajaparien välillä. (Carvalhais ym. 2013.) Voimansiirrollinen vaikutus voi ulottua myös TLF:sta polveen saakka (Stecco ym. 2013). Carvalhaisin ym. (2013) tutkimus esimerkiksi osoitti, että aktiivinen LD:n jännittäminen muutti lonkkanivelen asentoa lateraali-rotatioon, ja lisäksi lisäsi sen jäykkyyttä. LD:lla ja Gmax:lla on siis selkeä yhteys ja vaikutus toistensa toimintaan. (Carvalhais ym. 2013.) Entä jos LD:n kohdistuisi kovempi jännite, kuten esimerkiksi urheilussa? Se luultavasti johtaisi GM:n suurempaan jännitykseen ja lonkan liikkeeseen.

Viimeisenä ohjaavana kysymyksenä tahdoimme selvittää, voidaanko faskiaan vaikuttaa manuaalisella käsittelyllä ja miten. Joillakin faskiakäsittelytekniikoilla voidaan saada aikaan subjektiivisesti koetun kivun vähentymistä, faskian mekaanisten ominaisuuksien parantumista sekä mahdollisesti myös asennon ja ryhdin kohentumista (Cosic ym. 2013; Day & Stecco 2008; Luomala ym. 2013). Manuaalinen käsittely perustuu mahdollisesti sympaattisen hermoston toimintaan vaikuttamiseen mekanoreseptoreiden kautta (Schleip 2003, 12–13). Tutkimusten perusteella ei kuitenkaan voida varmuudella sanoa mikä mekanismi saa koetut muutokset faskiassa aikaan ja tutkijoiden keskuudessa on erimielisyyttä siitä, onko faskiaa edes mahdollista muokata. Kaikkia faskiakäsittelystä saatuja tutkimustuloksia ei voida yleistää, etenkin tapaustutkimusten osalta.

Tutkimustuloksista voidaan kuitenkin päätellä, että manuaaliset tekniikat saattavat olla hyödyllisiä faskian normaalin toiminnan palauttamisessa patologisissa tiloissa. Fascial Manipulation®-tekniikka voisi toimia niin faskiakudoksen optimaalisen mekaanisen toiminnan palauttamisessa, selkärangan asennon parantumisessa ja ryhdin hallinnassa asentovirheistä kärsivillä, kuin myös kroonisen kivun hoidossa. (Cosic ym. 2013; Day & Stecco 2008; Luomala ym. 2013). Itse TLF:n käsittelystä emme löytäneet tutkimusta, mutta koska se on osa syvää faskiakudosta, sen käsittelyllä saattaa olla samanlainen vaste kuin muunkin syvän faskian käsittelyllä. Kriittinen suhtautuminen on mielestämme hyvä pitää mielessä suhteellisen uutta käsittelymuotoa tutkittaessa. Dayn & Stecon (2008) tutkimuksen lähes kaikki tutkimushenkilöt kokivat kipunsa vähentyneen, mutta pieni osa ei ollut kokenut muutosta (Day & Stecco 2008, 128–131). Ja vaikka MFR-tekniikalla saatiin vaikutusta tutkimushenkilöiden kivun kokemisen vähentymiseen,

sillä ei saatu aikaan vaikutusta vartalon liikelaajuuksien lisääntymiseen (LeBauer ym. 2008).

Jäimme myös tutkijoiden kanssa pohtimaan, kuinka annetun hoidon määrä vaikutti tuloksiin. Olisivatko tulokset olleet parempia, jos hoitokertoja olisi ollut enemmän. Vai olisiko pienempikin määrä riittänyt samoihin tuloksiin? Joka tapauksessa tutkimustulokset olivat vaikuttavia, vaikka luotettavampia, tarkempia sekä laajempia seuranta- ja kontrolliryhmiä sisältäviä lisätutkimuksia yhä kaivataan. Varsinkin Cosicin ym. (2013) tutkimuksesta teki epäluotettavan se, että tutkittavat olivat kasvuikäisiä nuoria, jolloin luonnollisella pituuskasvulla on voinut olla jotakin merkitystä tuloksiin. Kaikista tutkimuksista luotettavan teki kuitenkin se, että niissä käytettiin vain tiettyä tekniikkaa eikä hoitomuotoja yhdistelty. Näin saatiin tietää paremmin yhden tekniikan vaikutus. Tutkimus antaa näin kuitenkin vaikuttavan näkökulman vain yhden tekniikan toimivuudesta eikä tuloksia voida yleistää kaikkien faskiakäsittelytekniikoiden vaikuttavuudesta, sillä tekniikat ovat toisistaan poikkeavia. (Cosic ym. 2013.)

## 10 POHDINTA

Onnistuimme tavoitteessamme selvittää *torakolumbaalisen faskian rakenne ja sen mekaniikka tutkimusten valossa* kokonaisuudessaan kohtalaisesti. Uusia luotettavia tutkimuksia TLF:n anatomiasta ja biomekaniikasta oli vaikea löytää, joten viittasimme näiden aihepiirien osalta myös vanhempaan ja edelleen yleisesti käytössä olevaan tekstiin. Tutkimusaineistoa löytyi tämän vuoksi loppujen lopuksi laajasti. Löysimme uusimmat aihetta koskevat tutkimusartikkelit ScienceDirect-tietokannan avulla. Torakolumbaalisen faskian rakenteellisesta anatomiasta sekä biomekaniikasta löytyi enemmän tutkittua tietoa kuin koko kehon kattavasta syvästä faskiaverkostosta. TLF:aan kohdennetusta faskiakäsittelystä ei puolestaan löytynyt tarkkaa, tutkittua tietoa ja jouduimme keskittymään käsittely-osuudessa yleisesti vain syvän faskian käsittelyyn. Näiden seikkojen vuoksi emme saaneet selville vastausta johdannossa esitettyyn kysymykseen, mitä ryhmäläisemme alaselässä tapahtui faskiakäsittelyn aikana. Saimme tavoitteemme kuitenkin täytettyä, eli lisättyä suomenkielistä tietoa aiheesta, jota voimme hyödyntää oman ammattitaitomme ja mahdollisen oppimateriaalin kehittämisessä.

Faskian merkitystä ei aina tiedosteta tuki- ja liikuntaelinongelmissa. Syvä faskia ja sen jatkuvuus voi kuitenkin antaa yhden biomekaanisen selityksen eri tuki- ja liikuntaelimestön toimintahäiriöille. Jatkossa voimme kuitenkin huomioida kyseiset rakenteet mahdollisena koetun kivun, kudoksen patologisen tilan tai jopa asentovirheiden syynä. Eri teorioitsijoilla on ollut omanlaisiaan näkemyksiä faskioiden muodostamista meridiianeista. Tutkittua ja luotettavaa tietoa näiden olemassaolossa ei ole tuotettu, joten osaamme suhtautua näihin väitteisiin yhä kriittisemmin.

Faskiakäsittely oli useiden tutkimusten perusteella vaikuttavaa, vaikka tutkimuksista ei selvinnyt tarkasti mihin mekanismiin käsittelyn vaikutus perustui. Tutkimushenkilöt kokivat manuaalisen käsittelyn hyödylliseksi, joten uskomme siitä saattavan olla apua fysioterapialla toteuttaessa. Myös ryhmäläisemme subjektiivinen kokemus faskiakäsittelystä oli vastaavanlainen tutkimushenkilöiden kanssa.

Löytämässämme tutkimuksissa oli sekä hyviä että huonoja puolia, esimerkiksi tapaus-

tutkimusten suhteen tutkimustuloksia ei voida yleistää. Kriittinen suhtautuminen on myös hyvä pitää mielessä suhteellisen uutta käsittelymuotoa tutkittaessa, emmekä voi sokeasti uskoa faskiakäsittelyn parantavan ”kaikkia ongelmia”, vaikka se yksittäisillä henkilöillä olisikin vaikuttavaa. Tuki- ja liikuntaelinvaivan kanssa vastaanotolle saapuva asiakas tulee huomioida kokonaisuutena, ja faskiakäsittelyn sekä muiden perinteisempien fysioterapian hoitomuotojen tarve arvioida yksilöllisesti. Uskomme että terapian harjoittajan ammattitaito on myös merkittävässä osassa hoidon onnistumista.

Saadaksemme tietää kuinka TLF toimii liikkeessä, tarvitsisi perehtyä enemmän elävillä koehenkilöillä tehtyihin tutkimuksiin. Faskiakäsittelyn puitteissa tulisi jatkossa perehtyä muihinkin eri tekniikoiden tutkimuksiin, jotta saataisiin selville toimiiko yleisesti kaikenlainen manuaalinen käsittely faskioihin vai onko vain jokin tietty menetelmä jolla saa tuloksia. On hyvä myös ottaa huomioon, että faskioihin sekä muihin pehmytkudoksiin kohdistettua hierontaa on harjoitettu jo vuosisatojen ajan. Se herättää kysymyksiä, mikä on esimerkiksi näiden tiettyjen Stecon ”faskiapisteiden” varsinainen merkitys todellisuudessa. Faskiakäsittely voi siis olla vähintäänkin kokeilemisen arvoinen hoitovaihtoehto erilaisissa fysioterapeuttisissa ongelmissa perinteisten menetelmien rinnalla. Suositus on kuitenkin, että faskiakäsittelyyn tulee hoitovaihtoehtona suhtautua vielä kriittisesti. Lisätutkimuksia faskia-aiheesta vielä kaivataan. Myös kuvantamismenetelmiä, laajempaa tutkimusjoukkoa, tutkimuksia elävillä, kontrolliryhmiä sekä pidempiaikaista seurantaa tarvittaisiin tutkimusten luotettavuuden tueksi.

Opinnäytetyön tekeminen prosessina onnistui ryhmältämme hyvin, sillä saimme sovitettua yhteistä aikaa samanlaisten lukujärjestysten vuoksi. Opimme prosessin aikana valtavasti lisää faskiaan liittyvästä anatomiasta ja fysiologiasta sekä TLF:n mekaanisesta toiminnasta. Tämä on meille hyödyllistä tietoa, sillä jokainen haluaisi suuntautua tuki- ja liikuntaelinfysioterapian puolelle tulevassa ammatissaan. TLF:n biomekaniikan periaatteiden huomioimisesta voi olla hyötyä fysioterapeutin työssä, esimerkiksi harjoitteita voisi suunnitella toteutettavaksi yhä toiminnallisemmin ja vastakkaiset raajaparit huomioiden.

Opinnäytetyömme tarkoitus oli tuottaa koulutusmateriaalia Tampereen ammattikorkeakoulun hyvinvointiklinikalle. Se tarjoaakin tällä hetkellä uusinta suomennettua tietoa faskian rakenteesta, merkityksestä voimansiirrosta sekä faskian käsittelystä, mutta kuten työtämme lukiessa voi huomata, tutkijoiden tulokset ja teoriat poikkeavat toisistaan

hyvin paljon. Emme voi suositella hyvinvointiklinikalle mitään tiettyä suuntausta tai käsittelytekniikkaa, sillä luotettavia lisätutkimuksia tarvitaan.

## LÄHTEET

Barker, P. J. & Briggs, C. A. 1999. Attachments of the posterior layer of lumbar fascia. *Spine* 24 (17), 1757-1764.

Barker, P. & Briggs, C. 2007. Anatomy and biomechanics of the lumbar fasciae: implications for lumbopelvic control and clinical practice. Teoksessa Vleeming, A. Mooney, V. Stoeckart, R. (toim.) 2007. *Movement, stability & lumbopelvic pain. 2. painos.* 63-73. Churchill Livingstone.

Barker, P. J., Briggs, C. A. & Bogeski, G. 2004. Tensile transmission across the lumbar fasciae in unembalmed cadavers: effects of tension to various muscular attachments. *Spine* 29 (2), 129-138.

Barker, P. J., Freeman, A. D., Urquhart, D. M., Anderson, C. R. & Briggs, C. A. 2010. The middle layer of lumbar fascia can transmit tensile forces capable of fracturing the lumbar transverse processes: an experimental study. *Clinical biomechanics* 25 (2010), 505-509.

Benjamin, M. 2009. The fascia of the limbs and back. *Kirjallisuuskatsaus. Journal of anatomy* 2009 (214), 1-18.

Benetazzo, L., Bizzego, A., De Caro, R., Frigo, G., Guidolin, D. & Stecco, C. 2010. 3D reconstruction of the crural and thoracolumbar fasciae. *Surgical and radiologic anatomy* 33, 855-862.

Bogduk, N. 2005. *Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum. 4. painos.* Churchill livingstone.

Carvalhais, V. O. d. C., Ocarino, J. d. M., Araújo, V. L., Souza, T. R., Silva, P. L. P. & Fonseca, S. T. 2013. Myofascial Force Transmission Between the Latissimus Dorsi and Gluteus Maximus Muscles: an In Vivo Experiment. *Journal of Biomechanics* 46 (2013), 1003-1007.

Chaudhry, H., Schleip, R., Ji, Z., Bukiet, B., Maney, M. & Findley, T. 2008. Three-Dimensional Mathematical Model for Deformation of Human Fasciae in Manual Therapy. *The Journal of the American Osteopathic Association.* 108 (8), 379-390.

Cosic, V., Day, J. A., Iogna, P. & Stecco, A. 2013. Fascial Manipulation Method Applied to Pubescent Postural Hyperkyphosis: A Pilot Study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (2013) 1-8.

Day, J. A., Stecco, C. & Stecco A. 2008. Application of Fascial Manipulation Technique in Chronic Shoulder Pain—Anatomical Basis and Clinical Implications. *Journal of Bodywork and Movement Therapies.* (2009) 13, 128–135.

Hodges, P., Cresswell, A. & Thorstensson, A. 1999. Preparatory Trunk Motion Accompanies Rapid Upper Limb Movement. *Experimental Brain Research* 124, 69-79.

Hodges, P. W. & Richardson, C. A. 1997. Contraction of the Abdominal Muscles Associated With Movement of the Lower Limb. *Physical Therapy* 77 (2), 132-142.

Hodges, P. W. & Richardson, C. A. 1996. Inefficient Muscular Stabilization of the Lumbar Spine Associated With Low Back Pain. *Spine* 21 (22), 2640-2650.

Hoheisel, U., Taguchi, T. & Mense, S. 2012. Nociception: The Thoracolumbar Fascia as a Sensory Organ. 95-101. Teoksessa Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L. & Huijing, P. 2012. *Fascia: The Tensional Network of the Human Body: The Science and Clinical Applications in Manual and Movement Therapy*. Churchill livingstone.

Holey, L. & Dixon, J. 2013. Connective Tissue Manipulation: A Review of Theory and Clinical Evidence. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (2014) 18, 112-118.

Huijing, P. 2012. Fascial force transmission. Teoksessa Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L. & Huijing, P. 2012. *Fascia: The Tensional Network of the Human Body: The Science and Clinical Applications in Manual and Movement Therapy*. Churchill livingstone. 113-143.

Huub, M. & Sandercock, T. 2010. Force Transmission between Synergistic Skeletal Muscles through Connective Tissue Linkages. Review Article. Kirjallisuuskatsaus. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*.

Keskinen, M. 2013. Koulutuspäivä faskiakäsittelystä. 23.3.2013. Tampereen ammattikorkeakoulu.

Kumka, M. & Bonar, J. 2012. Fascia: A Morphological Description and Classification System Based on a Literature Review. Kirjallisuuskatsaus. *Journal of the Canadian Chiropractic Association*.

Lahtinen-Suopanki, T. 2012. Sidekudos – koko kehon kattava viestiverkko. Artikkel. *Fysioterapia –lehti*. 7/2012.

Lahtinen-Suopanki, T. 2014. Sidekudosrakenteet lantion ja lannerangan toiminnallisissa kivuissa. Artikkel. *Fysioterapia* 2/2014.

LeBauer, A., Brtalik, R. & Stowe, K. 2008. The effect of myofascial release (MFR) on an adult with idiopathic scoliosis. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (2008) 12, 356–363.

Luomala, T., Pihlman, M., Heiskanen, J. & Stecco, C. 2013. Case study: Could Ultrasound and Elastography Visualized Densified Areas Inside the Deep Fascia? *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 1/2013.

Meltzer, K., Cao, T., Schad, J., King, H., Stoll, S. & Standley, P. 2009. In Vitro Modeling of Repetitive Motion Injury and Myofascial Release. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (2010) 14, 162-171.

Myers, T. 2012. *Anatomy Trains. 2. Painos*. Churhill Livingstone.

Myers, T. 2012. Anatomy Trains and Force Transmission. Teoksessa Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L. & Huijing, P. 2012. *Fascia: The Tensional Network of the Human*

- Body: The Science and Clinical Applications in Manual and Movement Therapy. Churchill livingstone. 132-135.
- Richardson, C., Hodges, P. & Hides, J. 2005. Terapeuttinen harjoittelu ja keskivartalon hallinta. Motorisen kontrollin näkökulma alaselkävivun hoidossa ja ennaltaehkäisyssä. VK -kustannus: Jyväskylä.
- Richter, P. 2012. Myofascial Chains. Teoksessa Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L. & Huijing, P. 2012. Fascia: The Tensional Network of the Human Body: The Science and Clinical Applications in Manual and Movement Therapy. Churchill livingstone. 123-130.
- Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Julkaisu. Vaasan yliopisto.  
Luettavissa: [http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf)  
Luettu: 3.3.2014.
- Sand, E., Sjaastad, V., Haug, E., Bjålie, J. & Toverud, K. Suomennos Hekkanen, R. 2011. Ihminen. Fysiologia ja anatomia. 1.painos. Helsinki: WSOYpro Oy.
- Schleip, R. 2003. Fascial plasticity - a New Neurobiological Explanation: Part 1. Journal of Bodywork and Movement Therapies 7(1), 11-19.
- Schleip, R., Jäger, H. & Klingler W. 2012. Fascia Is Alive. Teoksessa Schleip, R. Findley, T. Chaitow, L. & Huijing, P. 2012. Fascia: The Tensional Network of the Human Body: The Science and Clinical Applications in Manual and Movement Therapy. Churchill livingstone. 157-164.
- Schleip, R., Klingler, W., & Lehmann-Horn, F. 2004. Active Contraction of the Thoracolumbar Fascia - Indications of a New Factor in Low Back Pain Research With Implications for Manual Therapy. 5th Interdisciplinary World Congress on Low Back and Pelvic Pain. 11/2004. Melbourne.
- Schuenke, M. D., Vleeming, A., Van Hoof, T. & Willard, F. H. 2012. A Description of Lumbar Interfascial Triangle and Its Relation With the Lateral Raphe: Anatomical Constituents of Load Transfer Through the Lateral Margin of the Thoracolumbar Fascia. Journal of Anatomy 221: 568-576.
- Stecco, A., Gilliar, W., Hill, R., Fullerton, B. & Stecco, C. 2013. The Anatomical and Functional Relation Between Gluteus Maximus and Fascia Lata. Journal of Bodywork and Movement Therapies (2013) 17, 512-517.
- Stecco, C., Macchi, V., Porzionato, A., Duparc, F. & De Caro, R. 2011. The Fascia: The Forgotten Structure. Italian Journal of Anatomy and Embryology 3, 127 - 138.
- Stecco, C. & Stecco, A. 2012. Deep fascia of the lower limbs, 31-35. Teoksessa Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L. & Huijing, P. 2012. Fascia: The Tensional Network of the Human Body: The Science and Clinical Applications in Manual and Movement Therapy. Churchill livingstone.
- Stecco, C. & Stecco, A. 2012. Deep Fascia of the Shoulder and Arm, 25-29. Teoksessa Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L. & Huijing, P. 2012. Fascia: The Tensional Net-



work of the Human Body: The Science and Clinical Applications in Manual and Movement Therapy. Churchill livingstone. 2012.

Stecco, L. 2004. Fascial Manipulation for Musculoskeletal Pain. Padova.

Suomen Ortopedisen Manuaalisen Terapian Yhdistys. 2014. Kurssikalenterit. Luettavissa: [http://www.omt.org/tmp\\_somty\\_site\\_0.asp?sua=1&lang=1&s=32](http://www.omt.org/tmp_somty_site_0.asp?sua=1&lang=1&s=32). Luettu 20.8.2014

Van den Berg, F. 2012. Extracellular Matrix. Teoksessa Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L. & Huijing, P. 2012. Fascia: The Tensional Network of the Human Body: The Science and Clinical Applications in Manual and Movement Therapy. Churchill livingstone. 165-170.

Vleeming, A. 2012. The thoracolumbar fascia, 37-43. Teoksessa Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L. & Huijing, P. 2012. Fascia: The Tensional Network of the Human Body: The Science and Clinical Applications in Manual and Movement Therapy. Churchill livingstone. 2012.

Vleeming, A., Pool-Goudzwaard, A. L., Hammudoglu, D., Stoeckart, R., Snijders, & C. Mens, J. 1996. The Function of the Long Dorsal Sacroiliac Ligament. Its Implication For Understanding Low Back Pain. Teoksessa Pool-Goudzwaard, A. L. 2003. Biomechanics of the Sacroiliac Joints and the Pelvic Floor. Erasmus Universiteit Rotterdam. 43-54.

Vleeming, A., Pool-Goudzwaard, A. L., Stoeckart, R., van Wingerden, J-P. & Snijders, C. 1995. The Posterior Layer of the Thoracolumbar Fascia. Its Function in Load Transfer from Spine to Legs. Teoksessa Pool-Goudzwaard, A. L. 2003. Biomechanics of the Sacroiliac Joints and the Pelvic Floor. Erasmus Universiteit Rotterdam. 33-42.

Willard, F. 2012. Somatic Fascia. Teoksessa Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L. & Huijing, P. 2012. Fascia: The Tensional Network of the Human Body: The Science and Clinical Applications in Manual and Movement Therapy. Churchill livingstone. 11-17.

Willard, F., Vleeming, A., Schuenke, M., Danneels, L. & Schleip, R. 2012. The Thoracolumbar Fascia: Anatomy, Function and Clinical Considerations. Kirjallisuuskatsaus. Journal of Anatomy 2012 (221), 507-536.