



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

FASKIA NEUROSENSITIIVISENÄ ELIMENÄ

Faskian hermostollinen yhteys faskiaalisten manipu-
laatioiden vaikutusmekanismeihin

Jaana Laurikka

Opinnäytetyö
Syyskuu 2017
Fysioterapeuttikoulutus



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Fysioterapiakoulutus

LAURIKKA, JAANA:
Faskia neurosensitiivisenä elimenä

Opinnäytetyö, 57 sivua, ei liitteitä
Syyskuu 2017

Opinnäytetyössä kuvasin faskian hermoanatomiaa sekä kartoitin faskian neurosensitiivisyyden yhteyksiä faskiaalisten manipulaatioiden vaikutusmekanismeihin. Tutkimusmetodi oli kuvaileva kirjallisuuskatsaus.

Faskia on kolmiulotteinen, yhtenäinen ja koko kehon kattava sidekudosrakenne, joka muodostaa kehomme jännitteellisen ja toiminnallisen järjestelmän. Se sitoo kehon rakenteet toisiinsa kokonaisuudeksi, aistii ja välittää valtavan määrän tietoa mm. kehon asennoista ja liikkeistä. Faskia toimii myös neurosensitiivisenä elimenä ja sillä on merkittävä rooli osana kehomme optimaalisen, toiminnallisen tasapainon säätelyä.

Viime vuosikymmenten aikana kiinnostus faskiaa kohtaan on kasvanut voimakkaasti. Faskian merkitystä ihmisen hyvinvoinnille on alettu ymmärtämään syvemmin vasta 2000-luvulla, mutta tietämys faskian hermotuksesta ja faskiaan kohdistuvien manipulaatioiden vaikutusmekanismeista on edelleen osin puutteellista sekä Suomessa, että kansainvälisesti. Käytettyjen terapiamenetelmien perusteet ja vaikutukset eivät aina välttämättä ole kaikilta osin selvillä terapian kummallekaan osapuolelle tai niihin saattaa liittyä oletuksia, tutkitun tiedon sijasta. Fysioterapeutit kuitenkin kohtaavat paljon asiakkaita, joiden toiminnallisten ongelmien taustalla vaikuttavat muutokset faskiaalisessa kudoksessa. Fysioterapian tulisi aina pohjautua todennettuun, tieteelliseen tutkimustietoon. Tämä asettaa nykypäivän fysioterapeutille haasteen hallita riittävät tiedot ja taidot faskiasta anatomisena rakenteena. Lisäksi tarvitaan myös osaamista, kuinka faskiaan voidaan vaikuttaa terapeuttisesti.

Elävään kudokseen kohdistuvien tutkimusmenetelmien kehittyminen on tuonut uutta tutkimustietoa faskiasta. Etenkin sen neurosensitiivisyyden on voitu tutkimuksilla todentaa olevan merkittävä vaikutusmekanismi terapeuttisten tulosten taustalla. Tutkimusten avulla on myös voitu todentaa faskian moninaista roolia mm. hermoston reaktioissa, kivun etiologiassa, voiman välityksessä, liikkuvuudessa ja liikkeen hallinnassa. Samalla, kun tutkimukset ovat tuoneet lisätietoa ihmiskehon toiminnasta, ne ovat myös antaneet aiheutta kyseenalaistaa ja haastaa vallitsevia käsityksiämme anatomiasta, fysiologiasta sekä biomekaniikasta. Haasteena faskiaan kohdistuvan tutkimuksen osalta on, että toiminnallista määrittelyä ja vaikutusmekanismien kuvantamista niin teoriassa, kuin fysiologisestikin tarvittaisiin huomattavasti enemmän. Vaikutusmekanismien taustateorioiden ja ennen kaikkea myös niiden tutkimuksellisten puutteiden tiedostaminen auttaa ymmärtämään realistisemmin faskioihin liittyvää ilmiötä ja terapeuttista soveltamista osana luotettavaa ja tuloksellista fysioterapiaa.

Avainsanat: faskia, hermosolu, mekanosereptori, manipulaatio, vaikutusmekanismi

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Physiotherapy

LAURIKKA, JAANA:
Fascia as a Neuro-Sensitive Organ

Bachelor's thesis 57 pages, no appendices.
September 2017

Fascial manipulation techniques are gaining more popularity among physiotherapists. Methods used in physiotherapy should always be based on scientific evidence. However, when it comes to fascia, it is common to rely on methodological theories or a clinical knowledge.

The objective of this study was to collect, analyse and to interpret present scientific evidence of the fascia as a neuro-sensitive organ and its role as a neural network, in relation to mechanisms of action influential in fascial manipulations leading in therapeutically recognisable results. To further study the mechanisms behind the fascial manipulations, this study focuses on the nervous system of the fascia and especially the mechanoreceptors, that are involved in a process called mechanotransduction, in which the cells sense physical forces, translating them into biochemical and biological responses.

This study also describes in detail the anatomical structures of fascia, explaining its multifunctional role as a pervasive, 3-dimensional connective tissue, that enfolds every part of a human body into unity, enabling interactivity within the tensegrity based structure. Without tensegrity and mechanical interactions between cells, any multicellular organism would lose its form, functions, and any of the attributes.

A literature search was conducted by the means of a predefined search strategy in PubMed-, PEDro-, NCBI-, Google Scholar-, and Research Gate databases. A total of 69 studies were identified to meet the inclusion criteria. The most conclusive evidence regarding the mechanisms of action behind fascial manipulations appears to be related to neural influences created by the sensory system. Further studies are suggested, focused on methodological quality. The physiological changes in the mechanisms of action by neural tissue should be imaged at a cellular level, where possible.

Keywords: fascia, nerve cells, mechanoreceptors, manipulation, mechanism of action

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS.....	10
3	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	11
	3.1 Tutkimusmenetelmä.....	11
	3.2 Aineiston keruu.....	11
	3.3 Prosessin eteneminen ja vaiheet	12
4	FASKIOIDEN ANATOMIA JA RAKENNE.....	14
	4.1 Kudoksellinen jaottelu	14
	4.2 Rakenteellinen jaottelu	15
	4.3 Pinnallinen faskia.....	17
	4.4 Syvä faskia.....	19
	4.5 Epimysium	21
	4.6 Löyhä sidekudos	22
	4.6.1 Löyhän sidekudoksen rakenne	23
	4.6.2 Perusaine	24
	4.6.3 Hyaluronin	25
	4.7 Faskioiden solutyypit.....	26
	4.7.1 Muokkautumiskykyiset fibroblastit	26
	4.7.2 Supistumiskykyiset myofibroblastit.....	27
5	FASKIOIDEN DYNAAMINEN PLASTISUUS.....	28
	5.1 Faskioiden luoma rakenteellinen jännite	28
	5.2 Sidekudoslaajennusten muodostamat jatkumot.....	29
	5.3 Faskioiden toiminnallinen erikoistuminen.....	30
6	FASKIOIDEN NEUROSENSITIIVISYYS.....	33
	6.1 Faskioiden fysiologinen rooli osana sensorista hermostoa.....	33
	6.2 Mekanoreseptorit	33
	6.3 Golgin jänne-elin (GTO)	37
	6.4 Lihassukkula	40
	6.5 Ruffinin päte	43
	6.6 Pacinin keränen.....	44
	6.7 Vapaat hermopäätteet	45
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	46
8	POHDINTA.....	49
	8.1 Tavoitteen ja tarkoituksen toteutuminen.....	49
	8.2 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys	49
	8.3 Opinnäytetyöprosessi ja oma oppiminen.....	50

8.4 Opinnäytetyön hyödynnettävyys ja jatkotutkimusehdotukset	51
LÄHTEET	52

1 JOHDANTO

Faskia ei ole merkityksetöntä sidekudosta, vaan se on tiheästi hermotettu toiminnallinen rakenne, joka on erilaistunut eri osissa kehoa, paitsi rakenteellisesti, niin myös toiminnallisesti. Sen merkitys ja moninaiset roolit ovat tärkeitä kehomme optimaalisen toiminnan kannalta. Faskia muodostaa yhtenäisen, kolmiulotteisen sidekudosverkoston, joka aistii ja välittää valtavan määrän tietoa mm. kehon asennoista ja liikkeistä. Se on merkittävässä roolissa kehomme luurankolihasjärjestelmän koordinoinnissa ja säätelyssä, sekä myös lihasten voimansiirrossa. On arvioitu, että noin 30% lihastemme voimansiirrosta tulee faskiarakenteiden kautta. (Schleip, Findley, Chaitow & Huijing 2012.)

Toisin kuin muut luurankolihasjärjestelmän komponentit, faskia ei muodosta jatkumoita ainoastaan lihasten ja nivelten ympärille ja sisälle, vaan kehon kaikki somaattiset rakenteet kytkeytyvät faskiaan. Se sitoo ja kiinnittää rakenteet toisiinsa kokonaisuuksiksi, ketjuttaa niiden toimintaa, ympäröi ja läpäisee kaikki kehomme elimet ja kudokset rakenteellisenä ”liimana” sekä toimii myös jakajana niiden välissä, mahdollistaen liikkeet kudosten väleissä. (Kumka & Bonar 2012.)

Faskia vastaa myös kehomme jännitteisestä arkkitehtuurista, tensegriteetistä, johon koko kehomme biomekaniikka ja skaalautuvuus – aina solutasolle asti pohjautuu. Nykypäivänä tiedämme myös, että faskia on hyvin plastista ja tiheästi hermotettua kudosta, arviolta kymmenen kertaa hermotetumpaa, kuin esimerkiksi lihaskudos. Faskialla on tästä syystä tärkeä rooli myös neurosensitiivisenä elimenä ja signaaliverkkona. (Schleip ym. 2012; Kumka & Bonar 2012, 179, 188.) Jo 1800-luvun lopulla terapeutti A.T. Still viittasi faskioihin ”aivojen sivukonttorina” ja huomioi faskian itsessään terapeuttisena hoitokohteenä. (Schleip ym. 2012; Pihlman & Luomala 2016, 15.)

Monet asiat toistuvat sykleinä ja nousevat trendeiksi uudestaan. Faskiat olivat ”pinnalla” jo 1800-luvun loppupuolella, sekä uudelleen 1940 – 1960-luvuilla. 2010-luvulla faskia on jälleen hyvin ajankohtainen ilmiö ja huomion kohteena paitsi fyysisen harjoittelun, niin myös monien kuntoutus- ja terapiamenetelmien keskuudessa, mukaan lukien fysioterapia. (Pihlman & Luomala 2016, 17.)

Suomessa kiinnostus faskioihin on kuitenkin vielä suhteellisen tuore ilmiö, mutta aihe kiinnostaa niin fysioterapeutteja, kuin fysioterapiaopiskelijoitakin. Kansainvälisellä hoito- ja terveysalalla on ollut kauemmin tarjolla erilaisia faskioihin kohdistuvia harjoitus-, terapia- ja kuntoutusmuotoja, manipulaatioita sekä kokonaisia metodeja, joita myös rekisteröidään omiksi tavaramerkeiksi. Myös Suomessa faskioihin liittyviä koulutuksia on alettu järjestämään monipuolisemmin eri alojen ammattiryhmille. Fysioterapia-alan jatkokoulutuksia järjestävät organisaatiot ovat myös huomioineet faskiat monipuolisemmin tarjonnassaan, etenkin manipulaatiotekniikoiden osalta. (Bodytech 2017; FYSI ry 2017; SOMTY 2017).

Fysioterapian keskeisin teesi on liike ja liikkeen suotuisat merkitykset terveydelle ja hyvinvoinnille, niin terapeuttisena ja kuntouttavana, kuin myös ennaltaehkäisevänä ja ylläpitävänä elementtinä. Liikkeen tuottamat mekaaniset voimat ovat tärkeitä mm. tuki- ja liikuntaelimestölle, hengitys- ja verenkiertoelimestölle, ruuansulatukselle ja aineenvaihdunnalle. Fysioterapiassa faskioiden osalta kiinnostus kohdistuu liikkeen aikaan saamiin vaikutuksiin faskiakudoksessa ja päinvastoin, faskian vaikutus liikkeeseen sekä rooli kivussa, erilaisissa liike- ja liikekontrollihäiriöissä ja patofysiologisissa tiloissa. (Lahtinen-Suopanki 2012, 30.) Faskioilla on voitu todistaa olevan oma roolinsa myös kipuaistimuksen synnyssä (Gibson, Arendt-Nielsen, Taguchi, ym. 2009, 307; Tesarz, Hoheisel, Wiedenhofer & Mense 2011, 308). Kipuaistimuksen synnystä vastaavat nosiseptoreiksi kutsutut vapaat hermopäätteet, joita on paljon mm. ylä- ja alaraajojen syvässä faskiassa. (Stecco A., Macchi, Masiero, ym. 2008, 228–229.) En kuitenkaan käsittele tässä opinäytetyössä faskioiden yhteyttä kivun etiologiaan tarkemmin aiheen rajauksen vuoksi.

Faskioihin kohdistuvien manipulaatiotekniikoiden historia on pitkälti lähtöisin vaihtoehdotolääketieteestä. Hoitomenetelmien valinnan kriteerinä ei aina välttämättä ole ollut perustuvuus näyttöön, vaan valitut hoitomenetelmät ovat saattaneet perustua enemmän tulkintoihin, jopa taiteellisuuteen. (Grimm 2007, 1234–1235.) Tästä syystä faskioihin kohdistuvia hoitomenetelmiä onkin Ingrahamin (2013) mukaan kritisoitu varsin aiheellisesti. Tutkimusnäyttöä etenkin *manuaalisten* myofaskiaalisten tekniikoiden fysiologisista vaikutusmekanismeista ei aikaisemmin ollut riittävästi saatavilla ja edelleen tutkijat kiistelevät siitä, voidaanko faskioihin ylipäänsä vaikuttaa manuaalisesti manipuloimalla mekaanisin perustein, terapeutin fyysiset resurssit huomioiden (Bove 2012, 132). Esimer-

kiksi suoliluu-sääriside on niin vahvaa sidekudosta, että siihen vaikuttaminen vaatisi terapeutilta niin suurta voimankäyttöä, että sitä on ihmisen mahdotonta tuottaa, saati asiakkaana vastaanottaa manuaalisessa käsittelyssä. (Bove 2012, 132.)

Tiede on ajan kuluessa todistanut, että faskiamanipulaatio ei ole vaihtoehtolääketiedettä. Faskia todellakin on merkityksellinen anatominen ja toiminnallinen rakenne. (Pihlman & Luomala 2016, 17). Tutkimusmenetelmien kehittyessä elävän kudoksen tutkiminen mahdollistuu yhä tarkemmalla tasolla ja faskioiden merkitys mm. hermoston reaktioissa, kivun etiologiassa, liikkuvuudessa ja liikkeen hallinnassa on voitu todentaa. (Schleib 2003a, 2003b) Tämä asettaa nykypäivän fysioterapeutille haasteen hallita luurankolihasjärjestelmän lisäksi myös riittävät tiedot faskioiden rakenteesta ja anatomiasta sekä niiden fysiologiasta ja toiminnallisesta dynamiikasta. Ymmärrys ja osaaminen, kuinka faskiaaliseen kudokseen voidaan vaikuttaa ja mihin vaikutusmekanismit perustuvat, antaa fysioterapeutille edellytykset ottaa faskiat huomioon ja valita oikeat hoitomenetelmät ja -tekniikat asiakkaan terapiaprosessissa.

Alan tutkimus kohdistuu lisääntyvässä määrin myös vaikutusmekanismien fysikaalisten teoriapohjien tutkimiseen. Tutkijat haluavat saada tieteellistä todistusaineistoa siitä, kuinka manipulaatiot vaikuttavat solu- ja kudofysiologiaan eli mihin faskiaalisten manipulaatioiden tulokset fysiologisesti perustuvat. Etenkin manuaalisten manipulaatioiden yhteydessä viitataan vieläkin usein faskiaan sen passiivisten, mekaanisten ominaisuuksien perusteella. Vallitsevia teorioita vaikutusmekanismeista on kuitenkin useampia, esimerkiksi tiksotropia (lepojähmeys, viskositeetti vähenee ainetta sekoitettaessa), pietrosähkö (mekaaninen jännitys aiheuttaa aineen sähköisen polaroitumisen), Hooken teoria (kappaleeseen kohdistuva voima vaikuttaa suoraan sen venymiseen, jos jännitys on suurempi kuin kappaleen rakenteen sietokyky, kappale alkaa muovautua plastisesti), hystereesi (järjestelmän ominaisuus, joka hidastaa muutoksiin reagoimista tai estää systeemiä palaamasta alkuperäiseen tilaansa). Uusimpien tutkimusten valossa myös faskian tiheä hermotus ja yhteydet keskushermostoon ovat yksi vaikutusmekanismeista. (Schleib 2012.)

Teoriat liittyvät tavalla tai toisella kehomme kaikilla tasoilla tapahtuvaan ”skaalautuvuuteen” ja kykyyn mukautua siihen kohdistuviin vaatimuksiin ja kuormiin paitsi toiminnallisesti, niin myös fysiologisesti. Kehomme jännitteeseen perustuva rakennejärjestelmä on avainasemassa myös faskian mukautumiskyvyn, plastisuuden näkökulmasta ja selittää

osaltaan niitä vaikutusmekanismeja, joilla eri manipulaatioiden soveltaminen sidekudosverkostoomme vaikuttaa solu- ja kudوسفysiologiaan. (Pihlman & Luomala 2016, 44–45, 47.) Mekaanisten voimien vaikutukset ulottuvat elin- ja kudostasolta aina solu- ja molekyyllitasolle saakka ja myös faskian hermotuksella on siinä keskeinen rooli.

Mekanotransduktioksi kutsutussa fysiologisessa prosessissa soluihin kohdistuvat mekaaniset voimat aiheuttavat faskioiden hermosolujen, mekanoreseptoreiden välityksellä muutoksia solun sisäisessä biokemiassa, minkä seurauksena solu voi muuttaa fysiologisia ominaisuuksiaan. (Schleib 2003a, 2003b.) Kehomme kaikki osat; molekyylit, solut, kudokset, elimet, koko toiminnallinen kokonaisuus kykenevät siis muuttamaan muotoaan aina tarpeen ja kuormituksen mukaan. Tällä on sekä positiivisia, että negatiivisia seurauksia mm. biomekaanisesti optimaalisen kuormituksen ja kehon toiminnallisuuden kannalta.

Uusi tutkimustieto avaa luonnollisesti uusia vaihtoehtoja myös fysioterapian näkökulmasta. Faskioiden neurosensitiivisyys on aihe, johon kohdistuva tutkimus on lisääntymässä, sillä faskioiden hermostollinen merkitys on suurempi, kuin on aiemmin ajateltu. Aihe kiinnostaa itseäni samoista syistä. Tulevana fysioterapian ammattilaisena pidän tärkeänä, että faskiaalisten hoitojen käyttäminen osana fysioterapiaprosessia tulisi olla tutkittuun näyttöön perustuvaa. Uusin tieto faskioista haastaa monia aiempia käsityksiä biomekaniikasta fysioterapian näkökulmasta.

Faskioihin liittyviä ammattikorkeakoulujen opinnäytetöitä on tehty useita. Pääsääntöisesti ne ovat tutkineet eri liikkuvuusharjoittelumenetelmiä ja niiden vaikuttavuutta, kuten esimerkiksi Faskian ominaisuuksien hyödyntäminen asiakkaan liikkeen ja liikkumisen edistämiseksi (Virtanen 2016) tai Pelastajan työkykyä ylläpitävä myofaskiaalinen liikkuvuusharjoittelu: opas Päijät-Hämeen pelastuslaitokselle (Kantola, Tolvanen, 2014). Faskioiden käsittelyn vaikutuksista on myös tehty opinnäytetöitä, kuten Tapaustutkimus ohjatun faskiakäsittelyn ja venyttelyn vaikutuksista liikkuvuuteen (Nordqvist, 2017), Manuaalisten myofaskiaalisten tekniikoiden vaikutus fysioterapiatulokseen: systemaattinen kirjallisuuskatsaus (Karppinen 2015), Faskia ja myofaskiaalisen käsittelyn vaikutukset: Foamroller itsehoitovälineenä myofaskiaalisessa käsittelyssä (Viitanen, 2014), sekä MET-tekniikoiden käyttö alaselkävun hoidossa: opas fysioterapeuttiopiskelijoille (Lampen, Melkkilä, Musikka, 2016). Tutkiessani saatavilla olevia opinnäytetöitä huomasin, että faskioiden neurosensitiivisyyttä ei ollut varsinaisesti käsitelty aiheena. Opinnäytetyöni aihevalinta ja rajaaminen olivat siis perusteltuja myös tästä näkökulmasta.

2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on koota kattava tietopaketti faskioiden neurosensitiivisyydestä sekä sen roolia yhtenä faskioihin kohdistuvien manipulaatioiden vaikutusmekanismeista. Metodiksi olen valinnut kuvailevan kirjallisuuskatsauksen. Osatavoitteena on myös, että Tampereen ammattikorkeakoulu voisi tarvittaessa hyödyntää koostamaani tietopakettia faskioihin liittyvän opetusmateriaalin koostamisessa fysioterapiakoulutuksessa käytettäväksi.

Opinnäytetyöni sisältää myös ammatillisen kehittymisen tavoitteen. Haluan syventää omaa osaamistani faskioihin liittyen. Opinnäytetyöprosessi ja tietojen hankkiminen ja syvempi ymmärtäminen aiheesta auttavat minua tulevaisuudessa työssäni fysioterapeuttina hyödyntämään faskioihin kohdistuvia terapia- ja manipulaatiotekniikoita tarkoituksenmukaisemmin. Faskioiden vaikutusmekanismeja ja neurosensitiivisyyttä ei ole käsitelty omana aiheenaan fysioterapiakoulutuksen opinnäytetöissä aikaisemmin.

Opinnäytetyön tutkimusstrategiaa ohjaava tarkoitus on kartoittaa alan tutkijoiden näkemyksiä ja teorioita faskiaan kohdistuvien manipulaatioiden vaikutusmekanismeista fysiologisella tasolla ja tutkia neurosensitiivisyyttä yhtenä vaikutusmekanismina. Tavoitteen saavuttaminen edellyttää kattavaa perehtymistä faskian anatomisiin rakenteisiin, etenkin hermoanatomiaan, aina solutasolle saakka, sekä laajaa ymmärrystä faskian dynaamisesta roolista kehossamme, mm. tensegriteetin, plastisuuden ja toiminnallisen erikoistumisen näkökulmista.

Opinnäytetyön prosessia ja etenemistä ohjaavat tutkimuskysymykset:

Millainen on faskioiden hermoanatomia?

Mikä on faskioiden fysiologinen rooli kehossamme neurosensitiivisenä elimenä ja yhteys faskioihin kohdistuvien manipulaatioiden vaikutusmekanismeihin?

Tarkentavat/syventävät kysymykset:

Faskiat synnyttävät, käsittelevät ja viestivät sensorista informaatiota mekanoreseptoreiden avulla. Mitä nämä mekanoreseptorit ovat ja missä ne sijaitsevat?

Mikä on mekanoreseptoreiden rooli kehon toiminnallisuudessa?

Mikä on mekanotransduktio ja miten se liittyy faskiamanipulaatioihin?

3 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

3.1 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyö toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Valittu metodi tuki tavoitettani saada ajankohtainen kokonaiskuva faskioihin liittyvästä alan tutkimuksesta, etenkin neurosensitiivisyyden näkökulmasta, löytää uusinta tutkimustietoa aiheesta sekä kehittyä myös ammatillisesti tämän opinnäytetyöprosessin kautta.

Kirjallisuuskatsauksessa pyrin selvittämään, mistä näkökulmista ja millä tavoin faskioita on aiemmin tutkittu ja miten uusimmat tutkimustulokset täydentävät alan yleistä tietämystä. Kirjallisuuskatsaustyypit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: kuvailevat ja systemaattiset kirjallisuuskatsaukset sekä määrällinen / laadullinen meta-analyysi / synteesi. (Salminen 2011, 12.) Näistä valitsin menetelmätyypiksi *kuvailevan* kirjallisuuskatsauksen, joka metodina antoi mahdollisuuden käyttää monipuolisemmin ja paljon vapaammin laajempaa lähdeaineistoa. Tämä kylläkin asetti haasteen tutkimuksen tarkoituksenmukaiselle rajaukselle.

3.2 Aineiston keruu

Tiedonhankinnassa käytin ensisijaisesti sähköisessä muodossa olevia tutkimusartikkeleita. Näiden lisäksi käytin, etenkin faskioiden anatomiaan ja rakenteeseen liittyvän teoriatiedon keräämiseen (kriittisesti valikoiden) myös verkkosivustoja sekä alan kirjallisuutta. Vuonna 2016 julkaistu, suomenkielinen Mika Pihlmanin ja Tuulia Luomalan teos ”Faskia -terapian ja liikkeen näkökulmasta” osoittautui teoriapohjaa kattavasti käsitteleväksi, uusimpia alan tutkimusten tietoa hyvin yhteen kokoavaksi tietolähteeksi.

Tutkimushaku toteutettiin PubMed-, PEDro-, NCBI-, Google Scholar-, sekä Research Gate viitetietokannoista, ennalta suunnitellut hakustrategian mukaan. Haut tietokannoista tuottivat yhteensä yli 2000 osumaa, joista kriteerejä rajaamalla ja hakusanoja tarkentamalla tulos saatiin relevanttien tutkimusten osalta putoamaan alle 300: aan. Kirjallisuuskatsaukseen näistä valikoitui 69 tutkimusta.

Hakukriteeriksi asetin, että tutkimusten tuli olla tieteellisiä tutkimusartikkeleita, englannin tai suomenkielisiä ja mahdollisimman uusia tutkimuksia eli 2010 tai sen jälkeen julkaistuja. Hyväksyin mukaan kuitenkin joitain vanhempia tutkimusartikkeleita alan arvostetuilta ja johtavilta tutkijoilta. Valitut tutkimukset olivat pääosin sellaisia, joita käytettiin laajasti muissa tutkimuksissa ns. pohjalähteenä, mistä saatoinkin olettaa niiden olevan yleisesti tiedeyhteisössä arvostettuja ja luotettavia.

Yleisesti faskioihin ja faskia manipulaatioihin liittyviä tutkimuksia sekä kirjallisuutta löytyi runsaasti, tämän osalta aihealueen rajaaminen ja teorian koostaminen sujuivat ongelmitta. Sen sijaan neurosensitiivisiin vaikutusmekanismeihin ja mekanotransduktioon liittyvät tarkentavat tutkimukset olivat hankalammin löydettävissä ja niiden määrä oli huomattavasti suppeampi. Em. osalta tutkimusten etsimistä sekä tulkitsemista hidasti myös vieraskielinen lähdemateriaali, sillä aihealueesta löytyi tietoa esimerkiksi saksankielellä, mutta materiaali täytyi rajata pois käännosten haasteellisuuden takia. Lisäksi kokonaisten tutkimusartikkeleiden hankala saanti hidasti osaltaan prosessia. Osa käyttämästäni tutkimuksista löytyi faskioita koskevan kirjallisuuden lähteistä tai tutkimusten pohjustusosioista

3.3 Prosessin eteneminen ja vaiheet

Opinnäytetyöprosessini oli vaiheittainen. Aloitin prosessin TAMK:n aikataulutuksen mukaisesti maaliskuussa 2016. Tein alustavaa tutkimustyötä loppuvuodesta 2016 sekä talvella 2017, mutta varsinainen tutkimus- ja kirjoitustyö alkoi vasta keväällä 2017 ja toteutui pääasiassa kesän 2017 aikana. Kirjallisuuskatsauksen tutkimuksellinen osa toteutui vuoden 2017 touko-kesäkuun aikana, tutkimustulosten analysointi heinä-elokuun aikana ja niistä koostin faskian neurosensitiivisyyttä käsittelevän opinnäytetyöraportin, joka esitetään julkaisuseminaarissa lokakuussa 2017.

Aloitin syksyllä 2016 hahmottelemaan ja rajaamaan aihetta perehtymällä ensin verkossa tarjolla oleviin artikkeleihin, saadakseni paremman yleiskuvan siitä, mitkä tutkijanimet ja teokset olisivat keskeisiä lähteitä alan tutkijoiden keskuudessa. Samalla halusin selvittää, millaisia eri suuntauksia tai koulukuntia aiheen tutkimuksessa mahdollisesti tulisi ilmi. Koitin keskittyä katsausartikkeleihin, joista nopeasti nousikin esille tietyt avaintutkimukset, joihin muussa lähdekirjallisuudessa usein viitattiin. Tämän pohjalta aloin syksyn 2016

aikana kerätä primäärien tiedonlähteiden luetteloa tutkijoista, tutkimuksista ja kirjallisuudesta, joihin perehtyisin syvemmin. Lisäksi kartoitin, millaisia fysioterapia-koulutuksen opinnäytetöitä faskioihin liittyen oli tehty aikaisemmin. Näistä tarkemmin tutustuin loppuvuoden 2016 aikana niihin, jotka sisälsivät tiivistelmässä tai johdannossa viitteitä hermokudosta käsittelevään sisältöön. Yksi haaste oli sekundaaristen tietolähteiden runsas määrä suhteessa primaareihin tietolähteisiin. Tietyt tutkijat ja heidän vanhemmat tutkimuksensa, jotka ovat edelleen täysin valideja, ovat luoneet vahvan pohjan ja taustan tämän päivän tutkimukselle, joten usein artikkeleissa törmäsin samoihin primäärilähteiden tietoihin, vain uudelleen muotoiltuna ilman, että tutkimuksessa olisi käynyt mitään uutta ilmi.

Haasteellisin osa prosessia oli aiheen rajaaminen, näkökulman valinta teoreettisen ja käytännönläheisemmän välillä, sekä varsinaisten tutkimuskysymysten muodostaminen. Tämä prosessi ajoittui pääosin alkuvuodelle 2017, mutta kesän 2017 aikana aiheen rajaus ja näkökulma muuttuivat varsinaisen kirjoitusprosessin aikana. Tämä johtui siitä, että aihe oli niin mielenkiintoinen ja mitä enemmän perehdyin alan tutkimuksiin ja kirjallisuuteen kevään ja kesän 2017 aikana, sitä hankalampi oli rajata tietoa työn ulkopuolelle. Tästä syystä myös näkökulma vaihtui prosessin aikana useamman kerran. Lopullinen aiheen rajaus ja tutkimuskysymysten valinta tapahtuivat vasta kesäkuussa 2017, minkä jälkeen intensiivisin tutkimus- ja kirjoitusprosessi ajoittui kesä-, heinä-, ja elokuulle.

Opinnäytetyö ei edennyt alkuperäisen aikataulusuunnitelman mukaisesti. Tämä ei kuitenkaan varsinaisesti vaikuttanut prosessiin eikä lopputulemaan, vaan vaikutuksen näkyivät lähinnä aiheen rajauksessa ja työn teoriaosuuden laajuudessa. Sain riittävästi aikaa opinnäytetyön aiheen määrittämiseen ja rajaamiseen, mutta se osoittautui (ehkä juuri tästä syystä) prosessin haasteellisimmaksi osuudeksi. Varsinaiseen kirjoittamisprosessiin kului suunniteltua enemmän aikaa, koska en saanut kerättyä kaikkia tarvittavia tutkimusartikkelit ja teoriamateriaalia kasaan ennen kirjoittamisen aloittamista ja prosessin aikana koin valitettavasti myös ison takaiskun tietojen digitaaliseen tallennukseen liittyen.

4 FASKIOIDEN ANATOMIA JA RAKENNE

Länsimaiseen anatomiaan on perinteisesti kuulunut rakenteiden tarkka erittely ja nimeäminen. Se on tarkoituksen mukaista tässäkin yhteydessä, jotta voimme ymmärtää ja tutkia faskioihin kohdistettujen manipulaatioiden fysiologisia vaikutusmekanismeja. Seuraavassa käyn läpi faskian anatomisia rakenteita aina solutasolle asti, sivuten myös niiden fysiologista roolia ja sitä kautta yhteyttä manipulaatioiden vaikutusmekanismeihin.

4.1 Kudoksellinen jaottelu

Faskiat kiinnostavat useiden eri alojen tutkijoita ja ammattiharjoittajia. Tästä syystä niihin kohdistuvien metodien ja terapiamuotojen lähestymistavat ja käytänteet eroavat toisistaan. Tämä on osaltaan johtanut siihen, että terminologia ja rakenteellinen määrittely vaihtelevat mm. koulukunnittain. (Adstrum, Hedley, Schleip, Stecco, Yucesoy 2017.) Faskian anatomiasta ja rakenteesta ollaan yhtä mieltä sen osalta, että faskia on kolmiulotteinen, jatkuva ja koko kehon kattava, jännitteellinen ja dynaaminen sidekudosrakenne, joka on erilaistunut eri osissa kehoa rakenteellisesti ja toiminnallisesti. Kun mennään syvemmälle faskian anatomiaan, törmätään eroavaisuuksiin paitsi terminologiassa, niin myös näkemyksissä rakenteellisen ja kudoksellisen jaottelun suhteen. (Schultz, Feitis & Thompson 1996, 4.)

Kehon kaikki kudokset voidaan jaotella tyypeittäin neljään kategoriaan: epiteeli-, lihas-, hermo- tai sidekudokseen. Sidekudokset rakentuvat soluista ja soluväliaineesta sekä säikeistä, muiden kudosten tavoin. Kaikki sidekudoksiin kuuluvat rakenteet saavat alkunsa alkion mesenkyymistä ja solunulkoisen nesteen määrä niissä on soluihin verrattuna suuri. (Martin, ym. 2014, 152–153, 155.)

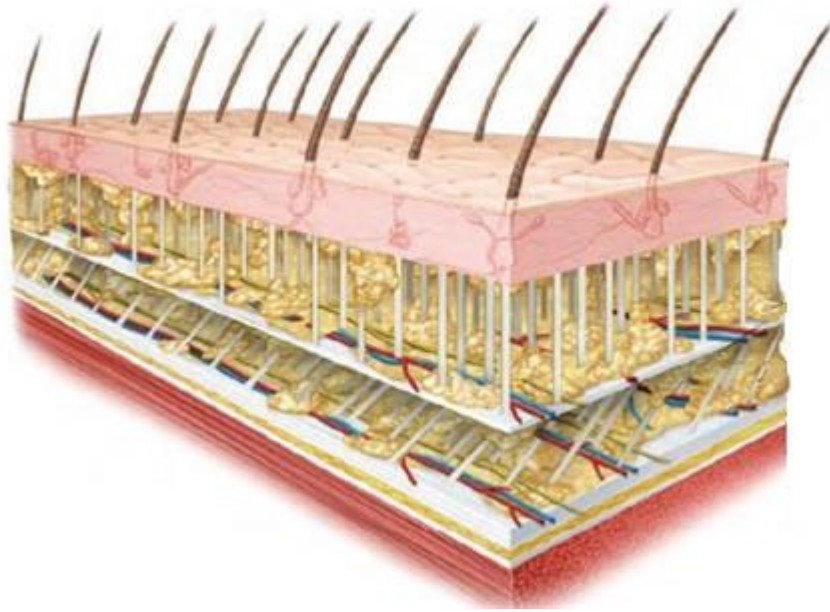
Sidekudosryhmä on Martinin, ym. (2014) mukaan edelleen jaoteltavissa varsinaiseen sidekudokseen (faskiat), nestemäiseen sidekudokseen (veri ja imuneste) ja tukevaan sidekudokseen (rusto ja luu). Tämä rakenteellinen jako perustuu soluväliaineen koostumukseen sekä proteiinisäikeiden järjestäytymiseen. Pihlman ja Luomala (2016, 22) jakavat sidekudoksen kolmeen perusryhmään sen mukaan, miten sidekudos on rakenteellisesti

erikoistunut vastaamaan siihen kohdistuvan kuormituksen ja toiminnallisiin vaatimuksiin. Nämä ryhmät ovat; alkioasteinen sidekudos (esimerkiksi soluväliaineen perusosa ja erikoistumattomat mesenkyymisolut), erikoistunut sidekudos (esimerkiksi luut, rustot, rasvakudos) sekä varsinainen sidekudos (löyhä ja tiivis). Kumka & Bonar (2012, 185–188) puolestaan jakavat sidekudokset 12 eri kudostyyppiin, jotka esittelen tässä selkeyden vuoksi luettelomuodossa:

- tiivis sidekudos (dense connective tissue)
- löyhä sidekudos (aerolar connective tissue)
- pinnallinen faskia (superficial fascia)
- syvä faskia (deep fascia)
- lihasvälikalvo (intermuscular septa)
- luuvälikalvo (interosseal membrane)
- luukalvo (periosteum)
- hermo- ja verisuonijuosteet (neurovascular tract)
- lihaskalvo (epimysium)
- lihassykalvo (endomysium)
- lihaksen sisäiset aponeuroosit (intramuscular aponeurosis)
- lihaksen ulkoiset aponeuroosit (extramuscular aponeurosis).

4.2 Rakenteellinen jaottelu

Faskiasta on sanottu hauskasti, että se on kuin sitkeä, joustava sukelluspuku, joka on täynnä satoja eri kokoisia taskuja ja näissä taskuissa ovat kaikki kehomme eri osat, lihakset, elimet, hermorungot, verisuonet, jne. Willardin (2012, 12–15) jaottelussa kalvomaisia, yhtenäisiä pusseja on neljä; pinnallinen ja syvä faskia peittävät koko kehoa, viskeraalinen faskia jaottelee ja suojaa sisäelimiä ja meningeaalinen faskia ympäröi keskushermostoa. Muitakin versioita pussimaisesta jaottelusta on esitetty. Yleisin jaottelu faskiasta rakenteellisesti (kuvio 1) on kuitenkin sen jakautuminen *kolmeen* kerrokseen: 1. pinnallinen faskia, 2. syvä faskia sekä 3. epimysium (lihaskalvo), jota käsittelen tarkemmin omassa osiossaan. (Stecco, Macchi, Veronica, ym. 2011, 129–134; Lahtinen-Suopanki 2012, 27 – 29.)

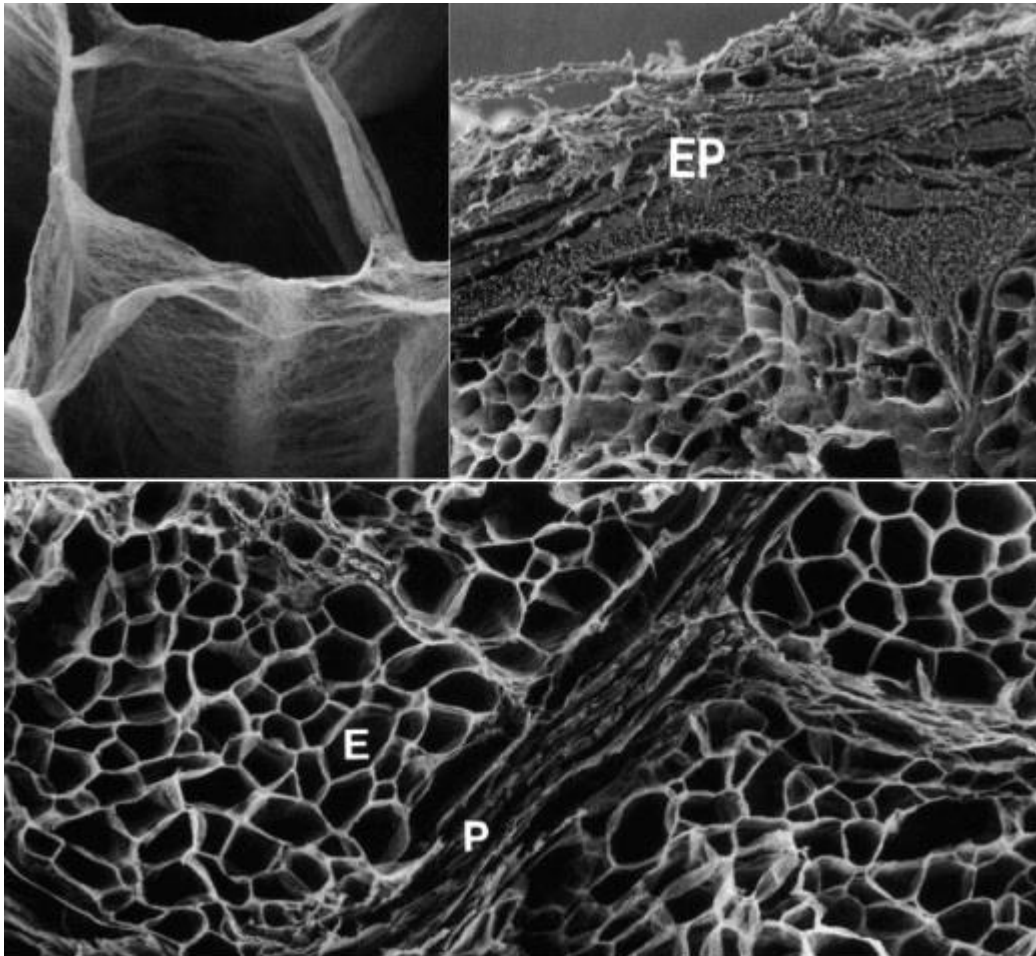


KUVIO 1. Faskian kerroksellinen rakenne (<http://www.fascialfitness.net.au>)

Faskia suomennetaan usein suppeasti lihaskalvoksi ja lisäksi faskia ja myofaskia termejä näkee käytettävän rinnakkain tarkoittamaan samaa asiaa, etenkin asiayhteyksissä, joissa käsitellään liikettä. Faskia kuitenkin kattaa paljon muutakin, kuin pelkät lihaskalvorakenteet, kun taas termi myofaskia tarkoittaa juuri näitä (syvän faskian alla sijaitsevia) lihaskalvoja eli epimysiumia, perimysiumia ja endomysiumia. Joissain kohdin kehoa epimysium tosin saattaa puuttua ja syvä faskia kiinnittyy suoraan lihaksiin, toimien tällöin lihaskalvona. (Pihlman & Luomala 2016, 29.)

Osa tutkijoista, esimerkiksi Findley (2011, 67–68) ovat sitä mieltä, että olisikin varsin perusteltua lukea lihaskalvoista faskioiden joukkoon epimysiumiumin lisäksi myös perimysium ja endomysium, sillä ne ovat kaikki kiinni toisissaan, muodostaen jatkumoita sekä pituus-, että poikkisuunnassa (kuva 1). Vaikka useat anatomian oppikirjat määrittelevät lihaksen ja jänteen erillisiksi rakenteiksi ja niiden välistä liitosta kutsutaan lihasjänteliitokseksi, se on todellisuudessa enemmänkin *siirtymä* tai jatkumo jänteen levittäytyessä epi-, endo- ja perimysiumin muodostamiksi kalvopinnoiksi lihassolujen, solukimpujen ja lihasten ympärille. (Pihlman & Luomala 2016, 38–39.) Nykyään tiedämme, että myös voiman on todistettu välittyvän lihaksen sisällä, faskiaalisten rakenteiden ansiosta pitkittäissuunnan lisäksi myös poikkitaissuunnassa, mistä esimerkiksi endomysiumin monisuuntaiset säierakenteet antavat viitteitä. Tämäkin seikka asettaa perimysium ja en-

domysium rakenteellisesti faskioiden joukkoon. (Schleip ym. 2012, 499; Pihlman & Luomala 2016, 38.) Terminologisia eroavaisuuksia tärkeämpää fysioterapeutin on kuitenkin ymmärtää toiminnalliset erot faskian ja myofaskian välillä.

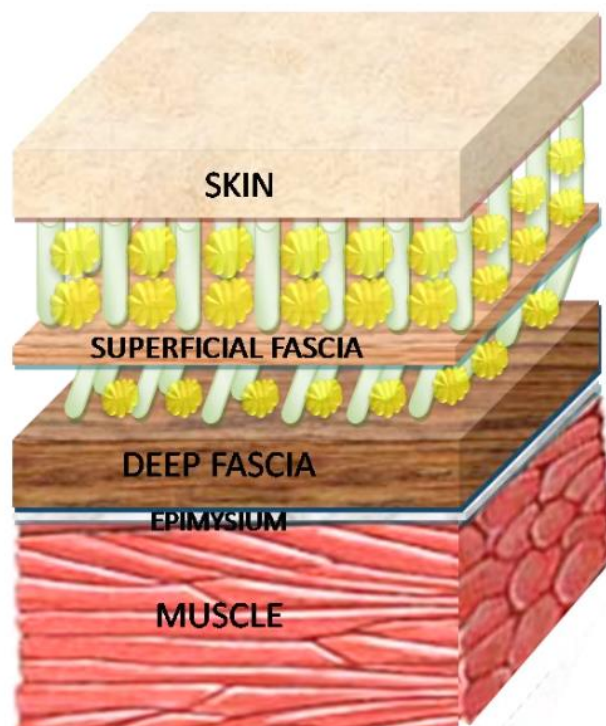


KUVA 1. Myofaskia (EP: epimysium, P: perimysium, E: endomysium) (Purslow 2010)

4.3 Pinnallinen faskia

Ihon alapuolelta syvään faskiaan ulottuva alue on latinaksi tela subcutanea, suomeksi ihonalaiskudos. Pinnallinen faskia asettuu tälle alueelle ja toimii jatkumona dermikselle eli verinahalle. (Huijing & Langevin 2009, 6.) Käytännössä pinnallisen faskian kalvomainen osa on pinta-alaltaan itseasiassa laajempi kuin ihon, koska kalvomainen kerros jakaantuu (määrittelystä riippuen) kahteen tai kolmeen kerrokseen (Pihlman & Luomala 2016, 29). Osa tutkijoista, erityisesti italialaiset anatomistit, pitävät pinnallisena faskiana ainoastaan kalvomaista, vaakasuuntaista rakennetta ihonalaiskerroksen rasvakudoksen välissä (Hedley 2012, 494). Grayn anatomian kirja (Henry Gray's Anatomy of the Human

Body) puolestaan erottelee pinnallisen faskian kahteen osaan; rasvakerrokseen (adipose layer) ja kalvokerrokseen (membranous layer) (Pihlman & Luomala 2016, 28, Lahtinen Suopanki 2012) Tyypillisesti pinnallinen faskia kuitenkin jaetaan kolmeen osaan (kuvio 2) eli kalvomaiseen keskiosaan sekä sitä ylä- ja alapuolella ympäröiviin rasvakudoksiin osiin (Lancerotto ym. 2011, 835–836, 841.) Huomioitavaa on, että pinnallinen faskia sisältää paikoin myös lihaskudosta, esimerkiksi kasvoissa ja kaulan alueella (Huijing & Langevin 2009, 6).



KUVIO 2. Faskian kerrokset (Stecco, ym. 2011)

Pinnallisen faskian rasvakudoksiset osat eroavat toisistaan. Pinnallinen rasvakudoskerros rakentuu kennomaisesti rasvasta ja septoista eli kalvoseinämistä, jotka ovat suuntautuneet kohtisuoraan ja kiinnittävät ihon ja pinnallisen faskian keskiosan toisiinsa. Syvä rasvakudoskerros yhdistää keskiosan syvään faskiaan. Se ei ole yhtä elastinen vaan rasvalohkot ovat pienempiä kooltaan ja helpommin liikuteltavissa. Septat, jotka yhdistävät keskiosan ja syvän faskian suuntautuvat vinosti. Rakenne edesauttaa pinnallisen ja syvän faskian liukumista suhteessa toisiinsa. (Lancerotto ym. 2011, 837–841.)

Pinnallinen faskia on erittäin hermotettua ja verisuonitettua aluetta. Imu- ja verisuonet kulkevat pinnallisessa faskiassa, samoin kuin iholle jatkuvat hermorunkojen haarat ja yksi

pinnallisen faskian tärkeimmistä tehtävistä onkin suojata ihonalaisia rakenteita ja erityisesti lieventää suoniin kohdistuvaa painetta. Pinnallinen faskia sisältää runsaasti mekanoreseptoreita ja runsaan hermotuksen vuoksi sen katsotaan toimivan hyvin ulkoisten ärsykkeiden, kuten kosketuksen ja paineen vastaanottajana sekä yhdessä keskushermoston kanssa myös lämmönsäätelyjärjestelmänä. (Lahtinen-Suopanki 2012, 28.; Pihlman & Luomala 2016, 28–29.)

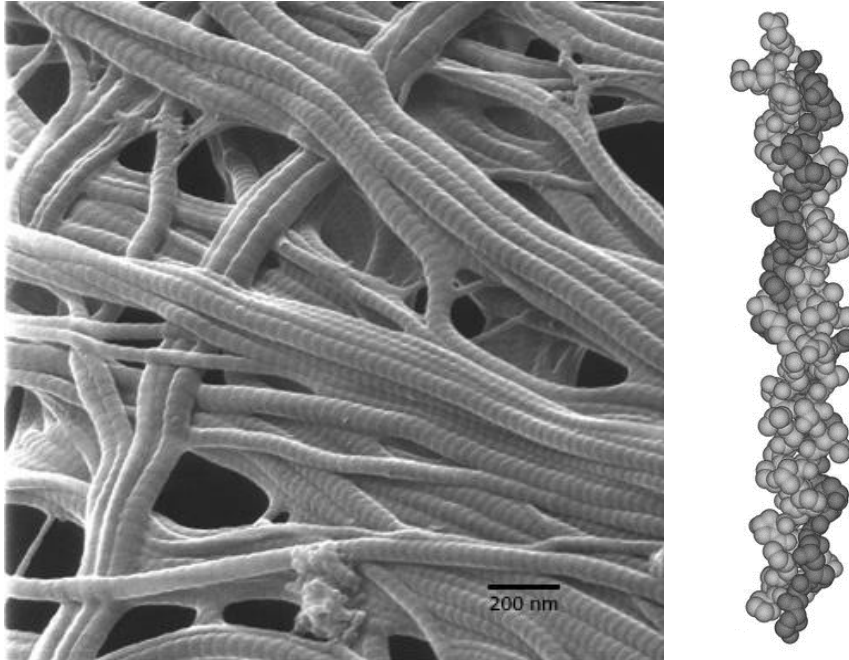
4.4 Syvä faskia

Pinnallisen faskian alla sijaitsee toinen ihon suuntainen kalvomainen kerros, syvä faskia (fascia profunda). Se rakentuu kolmesta erillisestä kerroksesta, joista kunkin kerroksen kollageenisäiekimput ovat järjestäytyneet aina samaan suuntaan, mutta eri kerrosten välinen suuntaus vaihtelee. Kerrosten välissä on löyhää sidekudosta, jolla on merkittävä rooli kudoksen nesteytyksen säätelyssä ja kerrosten välisen liikkeen mahdollistajana. (Stecco ym. 2011; Findley 2011, 68, 73.) Käsittelen löyhää sidekudosta tarkemmin myöhemmin omassa osiossaan.

Syvän faskian kerrosten paksuus ja ominaisuudet vaihtelevat, mutta pinnalliseen faskiaan verrattuna syvän faskian kerrokset ovat selvästi kovempia ja tiiviimpiä. Syvä faskia vahvistuu, mitä enemmän siihen kohdistuu kuormitusta. Tämä johtuu sen sisältämistä kollageeni säikeistä, jotka vastaavat kudosten mekaanisista ominaisuuksista, vetolujuudesta ja paineensietokyvystä yhdessä nesteen kanssa. Kollageeni on yhtä aikaa sekä lujaa ja kestävä, että elastista ja se reagoi pääasiassa vain jännitteeseen tai sen puuttumiseen.

Kollageeni on yleisin proteiini kehossamme, noin 40% koko kehon proteiinimassasta on kollageenia. Se luokitellaan lähes 30 erilaiseen ryhmään, joista viittä ensimmäistä (ryhmät I-V) pidetään tärkeimpinä tuki- ja liikuntaelimistön kuntoutuksen kannalta. (Huijing & Langevin 2009, 5; Zachazewski 2007, 531.) Kollageeni koostuu pitkistä proteiini ketjuista, 18:sta aminohaposta ja sille on tyypillisiä erityiset muokatut lysiini-aminohapot. Sen molekyylit ovat järjestäytyneet kolmiulotteisesti (kuvio 3) ja niillä on pietsosähköinen ominaisuus. Tämä auttaa osaltaan uudelleen järjestämään faskian rakennetta. (Van den Berg 2012, 165–170.) Pietsosähköllä tarkoitetaan yksinkertaistettuna tilannetta, jossa

ulkupuolelta tuleva paine luo korkean sähkövirran (stimuloiden fibroplasteja, joita käsitellen tarkemmin tuonnempana), mikä saa aikaan kollageenisäikeiden määrän lisääntymisen.



KUVIO 3. Kollageenin kolmiulotteinen, kiertynyt rakenne mahdollistaa jopa 6kg/1mm² vetolujuuden (SISC n.d.)

Syvän faskian yhteys lihakseen sijaitsee vasta nivelten ja lihasten kiinnitys- ja lähtökoh-tien alueella (Stecco ym. 2011, 128–134). Syvän faskian paksuus ja kiinnittyneisyys alla olevaan lihaskudokseen vaihtelee ja sen mukaan syvää faskiaa kutsutaan joko *aponeuroottiseksi* tai *epimysiaaliseksi* faskiaksi. Aponeuroottinen faskia kiinnittyy luukalvoon, jänteiden ympäriskudokseen (paratenon), hermo- ja verisuonirakenteisiin sekä nivel-kapseleihin ja pidäkesiteisiin. Se on syvän faskian kaikkein paksuinta rakennetta ja kudossäikeiltään erittäin selkeästi orientoitunutta. Aponeuroottinen faskia toimii lihaksille kiinnittymisalustana ja muodostaa laajoja voimansiirtopintoja. (Stecco A., Stern, Fantoni, ym. 2015) Aponeuroottinen faskia on hyvin resistenttiä tensiolle, sillä sen kudostyyppi on kollageenipainotteista elastaaniin verrattuna, mutta sen aaltomainen rakenne, vino kul-kusuunta ja kollageenisäikekerrosten välinen liukuminen mahdollistavat tensioon mukautumista. (Lahtinen-Suopanki 2012, 28.)

Epimysiaalinen faskia on aponeuroottista faskiaa ohuempaa ja läpinäkyvämpää. Se on rakenteeltaan kolmikerroksinen ja tiiviisti kiinni alla olevassa lihaksessa lukuisten septumien kautta, mikä asettaa sille vaatimuksen toiminnallisesti olla hyvin elastista. Epimysiaalisen faskian säierakenteesta n. 15% onkin elastiinisäikeitä, kun vastaava luku aponeuroottisessa faskiassa on vain n. 1%. (Benetazzo ym. 2010.)

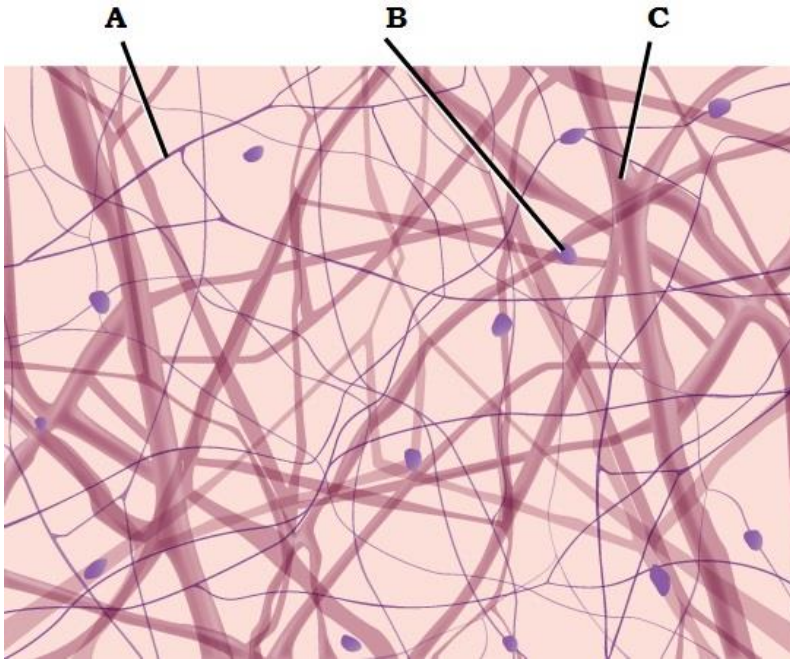
Elastiini on hyvin joustavaa, sen pidentymiskyvyn on arvioitu olevan jopa 120-150%. Sen tehtävä on auttaa kudosta sietämään venytyksestä aiheutuvaa tensiota ja stressiä. Elastiini asettuu kollageenin lomaan ja ympärille kolmiulotteisesti haarautuen ja juuri näiden kahden suhde toisiinsa määrittelee sidekudoksen lopullisen elastisuuden. Toki lihassolukkoon kiinnittyvän sidekudoksen elastisuuteen vaikuttaa myös lihassolukon tuottama tensio. (Pihlman & Luomala 2016, 21; Lahtinen-Suopanki 2012, 28.) Kudoksissa, joiden täytyy kestää nopeita ja jatkuvia muutoksia, mutta samaan aikaan palautua nopeasti takaisin normaalitilaan, kuten esimerkiksi iho, keuhkot ja verisuonet, elastaanipitoisuudet ovat suurimmillaan. (Zachazewski 2007, 531).

4.5 Epimysium

Epimysium eli lihaskalvo ympäröi yksittäistä lihasta. Epi-, peri- ja endomysium yhdessä muodostavat lihaksen lopussa jatkumotyypillisesti jänteen tai aponeuroosin (Martini ym. 2014, 327). Epimysiumin kollageenisäikeet ovat tyypillisesti järjestäytyneet yhdensuuntaisesti, mutta joissakin hihnamaisissa lihaksissa kollageenikerroksia on yhden sijaan kaksi ja kollageenisäikeet ovat näissä kerroksissa järjestäytyneet vinoon lihassäikeiden suuntaan nähden (Purslow 2010, 412). Osasta vartalon lihaksista epimysium puuttuu kokonaan, jolloin osa lihassäikeistä voi kiinnittyä epimysiumin sijaan suoraan syvään faskiaan perinteisten luisten kiinnityskohtien sijaan tai syvä faskia ympäröi kokonaan lihasta. Tällöin lukuisat, syvästä faskiasta lähtevät septat eli kalvoseinämat jakavat lihaksia edelleen pienempiin osiin, endo- ja perimysiumin tapaan. Esimerkiksi m. gluteus maximuksen säikeistä 85% kiinnittyvät suoraan tensor fascia lataan. (Stecco C., Macchi, Veronica, ym. 2009, 258–260; Stecco A., Gilliar, Hill, ym. 2013, 513.)

4.6 Löyhä sidekudos

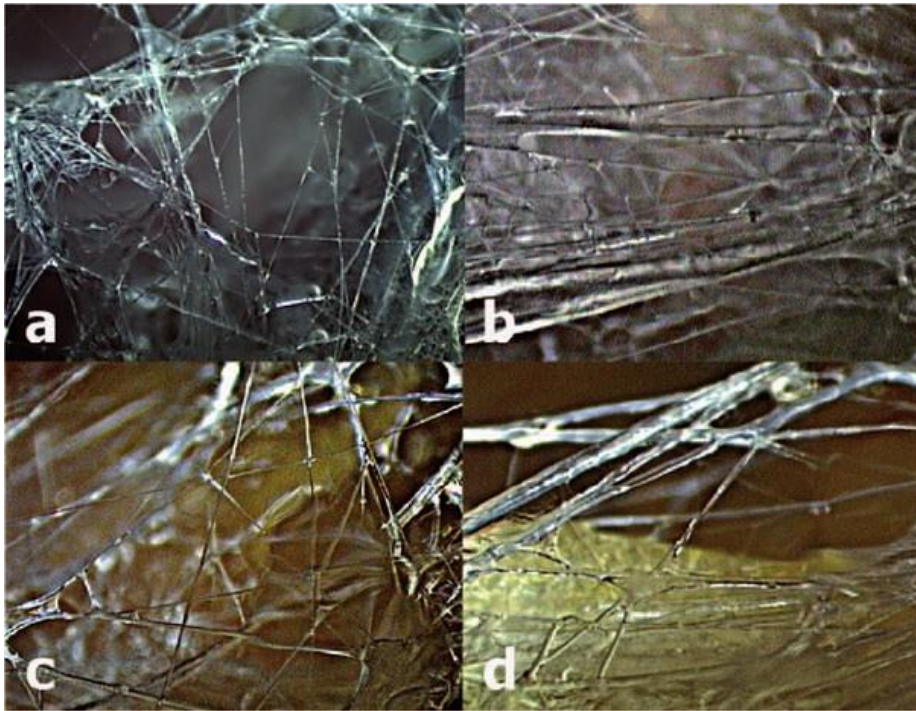
Faskian rakenteesta puhuttaessa on tärkeä huomioida myös löyhä sidekudos. Se voidaan jakaa kolmeen ryhmään; areolar-, adipose- ja reticular- sidekudokseen, joista tyypillisin löyhän sidekudoksen muoto on areolaarinen sidekudos (kuvio 4).



KUVIO 4. Areolaarinen sidekudos (Medical Dictionary)

Löyhä sidekudos on kehomme yleisin sidekudos, sitä on kaikkialla elimistössä niin aivo- kalvojen, kuin pinnallisen ja syvän faskian kerrosten välissä ja se on erittäin viskoosia (Schleib 2012). Se täyttää tilan eri rakenteiden välissä ja sen tunnusomainen mikrova- kuolirakenne eli solunesterakkulamainen rakenne (kuva 2) tekee siitä osaltaan joustavan eri suuntiin. Sen ansiosta myös ympäröivät rakenteet voivat liukua toisiinsa nähden, esim. hermojen ja suonien on kyettävä kulkemaan ja liukumaan painetta kudoksen sisällä. (Guimberteau, ym. 2010, 620.) Löyhä sidekudos toimii myös väliaineena sen ympäröimien kudosten aineenvaihdunnallisille, hormonaalisille ja immunologisille toimin- noille (Langevin, Nedergaard & Howe 2013, 119). Se reagoi pH:n muutoksiin, kudosten nestedynamiikkaan sekä autonomisen hermoston toimintaan (Pihlman & Luomala 2016, 22).

Guimberteau, Delage, McGrouther ja Wong (2010, 614–621) ovat tutkineet löyhän sidekudoksen toimintaa ja mikrorakennetta mm. yläraajaleikkausten yhteydessä, koska löyhää sidekudosta voidaan sen rakenteen vuoksi tutkia luotettavasti ainoastaan elävässä tai tuoreessa kudoksessa.



KUVA 2. Mikrovakuolirakennetta eri puolilla kehoa (a. kallo b. kaula c. lapaluu d. suoran vatsalihaksen ja pinnallisen faskian väli) (Guimberteau ym. 2010, 614–621)

4.6.1 Löyhän sidekudoksen rakenne

Löyhän sidekudoksen rakenne poikkeaa huomattavasti tiiviistä sidekudoksesta. Sen rakenteessa on tiiviiseen sidekudokseen verrattuna vähemmän rakenteita kiinnittäviä elastini- ja kollageenisäikeitä ja ne ovat orientaatioltaan järjestymättömiä. (Pihlman & Luomala 2016, 22.) Fibroblastien (joita käsitellen tuonnempana tarkemmin) lisäksi löyhässä sidekudoksessa on myös muita solutyyppejä, kuten rasvasoluja ja valkosoluja. Sen sijaan soluväliainetta on löyhässä sidekudoksessa enemmän kuin tiiviissä sidekudoksessa ja suurin osa soluväliaineesta on löyhässä sidekudoksessa perusainetta, mikä tekee kudoksesta erittäin viskoosia. (Huijing & Langevin 2009, 5; Pihlman & Luomala 2016, 22.) Kudoksen viskositeetti ei toki ole vakio, vaan siihen vaikuttavat fysiikan ilmiöt, kuten esimerkiksi liike, lämpötila, mekaaninen tensio sekä myös hermostolliset seikat, nämä

kaikki ovat faskiaalisen manipulaation vaikutusmekanismien kannalta katsottuna olennaisia.

4.6.2 Perusaine

Soluväliaineen perusaine muodostuu enimmäkseen vedestä, proteoglykaaneista (PG, makromolekyylit, jotka sisältää paljon sulfatoituja sokeriketjuja) ja glykosaminoglykaaneista (GAG, eli pitkä sokeriketju, jolle on tyypillistä määrätty liitosalue ja sen perään toistuvista disakkaridisyksiköistä koostuva osa). GAG:ja on löydetty 7 erilaista ryhmää, joista tutkituimpia ja tunnetuimpia on hyaluronin. (Curwin 2005, 72–77; Tortora 2012, 114, 128–132.) Perusaineen päämakromolekyylien (GAG ja PG) tärkeimpiä tehtäviä on väliaineen nesteytys, sillä kehon nesteistä noin kaksi kolmasosaa sijaitsee faskiarakenteissa. GAG:illa on tässä merkittävä rooli. Sitomalla vettä alueelle, sinne syntyy viskootista, geelimäistä materiaa. Tämä materia tuottaa tilaa fibrillien eli kollageenisäikeiden risteämisalueiden välille. Tämä mm. ehkäisee poikittaissiltojen muodostumista fibrillien väliin. Poikittaissillat vähentävät kudoksen mobiliteettia ja vaikuttavat myös negatiivisesti kudoksen metaboliseen muodonmuutokseen. (Zachazewski 2007, 532–533.)

Myös kudoksissa tapahtuva liike toimii kollageenisäikeiden väliin muodostuvien poikittaissiltojen ehkäisevänä tekijänä, GAG:n voitelu- ja nesteominaisuuksien lisäksi. Sidekudoksen rakenne on kaiken kaikkiaan aineenvaihdunnallisesti hyvin aktiivinen elementti, jonka muodonmuutokset ovat riippuvaisia myös kudoksen rakenteissa tapahtuvasta liikkeestä. Liikkeen tuottamat mekaaniset voimat lisäävät fibroblastien kykyä moduloitua kollageenin ja GAG:n synteesiin ja sitä kautta edelleen kollageenin järjestäytymiseen. Varsinkin vaurioituneen kudoksen paranemisprosessin aikana suoritettu liike vaikuttaa kollageenin järjestäytymiseen positiivisesti. (Zachazewski 2007, 535–536.) Käsittelyn seuraavassa GAG:stä hyaluronin tarkemmin, sillä se on löyhän sidekudoksen merkittävintä rakenneosaa ja sen vaikutus mm. faskiarakenteiden liikkuvuuteen on merkittävä.

4.6.3 Hyaluroni

Hyaluronihapolla on paljon erilaisia fysiologisia tehtäviä ihmiskehossa. Se mm. toimii ”tarttumapintana” soluille, joiden aineenvaihdunta tapahtuu soluväliaineen läpi. Hyaluroni erittää liukastetta solujenvälisillä säikeillä, mikä minimoi kitkan kudosten välisessä liikkeessä ja toimii suoja-aineena puskuroiden verisuoniin kohdistuvaa painetta. Se toimii myös iskunvaimentajana sekä voiteluaineena nivelissä osana synoviaalinesettä. Hyaluroni toimii merkittävänä osana nestetasapainojärjestelmää, ylläpitäen kudoksen nestejännitettä ja faskiakerrosten välinen liukuminen itseasiassa nojaa vahvasti hyaluronihapon kykyyn sitoa vettä itseensä. (Stecco ym. 2011, 891 – 895; Lahtinen-Suopanki 2012, 30; Pihlman & Luomala 2016, 21–24.)

Hyaluronin elinkaaren uusiutumisenopeus, ns. ”turn-over” -aika on 2–4 vuorokautta. Mikäli emme liiku tarpeeksi ja säännöllisesti, perusaine soluväliaineessa muuttuu olomuotoaan ”jähmeämmäksi”, eli sen viskositeetti vähenee. Myös hapan pH saa hyaluronin ja sitä myötä koko löyhän sidekudoksen jähmettymään, samoin ilmeisesti käy kudosten nesteisyydelle. Nestepitoisuuden alentuminen kehossa vaikuttaa veren plasmavolyymiin sitä alentavasti ja vaikuttaa edelleen kudoksiin sekä solutasolla, että soluväliaineessa. (Pihlman & Luomala 2016, 204.) Tästä syystä kudosten tulisi saada säännöllistä liikettä ja räsitusta, sillä liikkumattomuus vähentää hyaluronin määrää ja sitä kautta viskositeettia. Tämä voi johtaa esimerkiksi hermoärsytykseen, jos kudosten välinen liukumiskyky heikkenee ja hermopäätteet eivät pääsekään vapaasti liikkumaan kudosten välissä. Tästä voi syntyä kipua, liikerajoitusta, kireyden ja paineen tunnetta. Nämä johtavat ajan kanssa erilaisiin liikehäiriöihin, liikerajoituksiin ja jopa kroonistuviin kiputiloihin. (Stecco, ym. 2011, 891 – 895; Lahtinen-Suopanki 2012, 30; Pihlman & Luomala 2016, 21–24.)

Fysiikan lakien mukaan viskositeetin vuoksi liike-energiaa kuluu nesteen liikkeessä. Tyyppillisesti energia muuttuu lämmöksi. Laboratoriotutkimuksissa on kyetty osoittamaan, että sama ilmiö tapahtuu myös hyaluronissa, eli myös lämpötilan muutokset saavat sen viskositeetin muuttumaan joko elastisemmaksi tai jähmeämmäksi. Nykyaikaisilla kuvantamismenetelmillä, esimerkiksi ultraääneen liitetyllä elastografilla tämä ilmiö pystytään todentamaan ja mittaamaan. (Pihlman & Luomala 2016, 24.)

4.7 Faskioiden solutyypit

Faskioiden pääasiallinen solutyyppi ovat fibroblastit (fibroblastit ja myofibroblastit). Näiden lisäksi faskiat koostuvat adiposyyteistä (rasvasolut), erilaisista valkosoluista (esimerkiksi magrofagit), mastosyyteistä (syöttösolut) sekä erikoistumattomista mesenkyymisolui-
sta. (Martin, ym. 2014, 153; Kumka & Bonar 2012, 179 – 191.) Käsittelen faskioiden solutyypeistä tarkemmin fibroplasteja ja myofibroplasteja, koska ne ovat merkityksellisiä faskiarakenteiden uusiutumisen ja mukautumiskyvyn osalta.

4.7.1 Muokkautumiskykyiset fibroblastit

Aineenvaihdunnallisesti aktiiviset fibroblastit erittävät suurimman osan soluväliaineen komponenteista. Monimutkaiset solujen väliset reaktiot sekä ympäristöstä tulevat viestit säätelevät niiden aineenvaihduntaa. Ne osallistuvat kudოსvaurioiden korjaamiseen ja pitävät näin osaltaan yllä solujen homeostaattista tasapainoa. (McAnulty 2007, 669.)

Fibroblastit ovat erittäin adaptaatiokykyisiä. Mekaanisten ärsykkeiden vaikutuksesta ne kykenevät muokkautumaan ympäristöönsä sopiviksi, mikä osaltaan mahdollistaa faskioiden plastisuutta. Fibroplasteissa tapahtuu biomekaaninen vaste mekaaniselle ärsykkeelle (mekanotransduktio) ja jos ärsyke on pitkäaikainen, esimerkiksi säännöllisen lihasvoimaharjoittelun tai trauman jälkeisen immobilisaation seurauksena, mekanotransduktio voi saada aikaisesti muutoksia jopa fibroplastien pro-kollageenisäikeiden DNA-koodauksessa asti (esim. kollageeni 1-tyypin sijaan ne alkavat tuottaa tyypin 3 kollageenia). Eri-laistumattomat solutyypit voivat jopa kokonaan adaptoitua vaadittavan toiminnan mukaiseksi. (Kumka & Bonar 2012; Li & Wang 2011.) Löyhässä sidekudoksessa fibroblastit kykenevät mekaanisesti muuttamaan myös kudoksen jännitystilaa, mutta tiheässä sidekudoksessa soluväliaineen koostumus estää fibroblastien supistumisen (Abbott, Robertson, Chapple, ym. 2013, 57).

4.7.2 Supistumiskykyiset myofibroblastit

Myofibroblastit ovat soluja, jotka erittävät kollageeniä, mutta sen lisäksi ne pystyvät myös supistumaan. Niitä ei juuri esiinny terveessä kudoksessa, mutta niistä tulee hallitseva solutyyppejä kudoksissa, joissa tapahtuu esimerkiksi kudosten arpeutumista vaurion korjautuessa. (Li & Wang 2011.) Fibroblastit pystyvät muuntumaan myofibroblasteiksi myös vaurioitumattomassa kudoksessa, jos niihin kohdistuu riittävästi mekaanista kuormitusta tai kemiallisten aineiden vaikutuksia (Schleip, Klinger & Lehmann-Horn 2005, 274).

Kroonisista kiputiloista kärsivillä asiakkaila myofibroblasteja on löydetty runsaasti syvästä faskiasta (Pihlman & Luomala 2016, 63). Myofibroblastien kyky muuttaa faskioiden tonusta sileiden lihassolujen tavoin voisi Hoppe ym. (2014, 1007) tekemän tutkimuksen mukaan vaikuttaa koko kehon biomekaniikkaan ja aiheuttaa myofaskiaalisia, tulehduksellisia kiputiloja. Myofibroblastien roolia ja esiintymistä koskevien kansainvälisten tutkimusten tulokset ovat kuitenkin olleet ristiriitaisia. Pihlmanin ja Luomalan (2016) mukaan osassa tutkimuksista fibromyoplasteja on ollut löydettävissä kaikkialta sidekudoksesta, kun taas osa tuloksista viittaa siihen, että niitä olisi vain patologisessa kudoksessa.

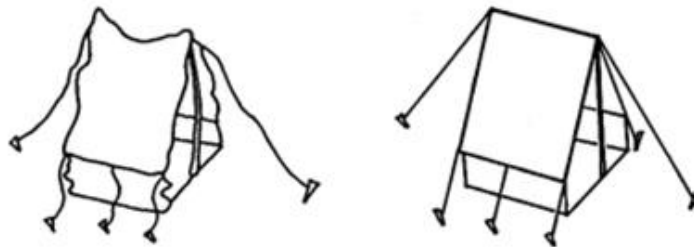
Myofibroblasteja hermottaa autonominen hermosto, jonka toiminta vaikuttaa myofibroblastien toimintaan, sekä myös niiden määrään. Sympaattisen hermoston toiminta saa myofibroblastien määrän oletetusti lisääntymään ja vaikuttaa niiden supistumiseen tai supistumisherkkyyteen. Parasympaattisen tonuksen taas puolestaan rentouttaa myofibroblasteja ja myös vähentää niiden määrää. (Pihlman & Luomala 2016, 63.) Huomioitavaa kuitenkin on, että solujen määrät eivät muutu lyhyellä aikajänteellä, mikä faskiaalisen manipulaation kannalta tarkoittaa sitä, että yksittäisen hoitokerran vaikutus ei vielä ole myofibroblastien määrän osalta merkittävä, vaan tällöin tavoitellaan enemmänkin myofibroblastien tonusmuutoksia. Tällöin manipulaatio voidaan kohdistaa faskian mekanoreseptoreista erityisesti Pacinin keräsiin tai Ruffinin päätteisiin. Esittelen nämä reseptorit tarkemmin faskioiden neurosensitiivisyyttä käsittelevässä luvussa. Erityisesti patofysiologisessa kudoksessa merkityksellistä on faskiaan kohdistuvissa manipulaatioissa pitkät hoitosarjat ja hoitojen säännöllinen toistuvuus, myofibroblastien solumäärien muutoksen vaatiman pitkän aikajänteen vuoksi.

5 FASKIOIDEN DYNAAMINEN PLASTISUUS

Kehomme on kaikilla tasoilla dynaaminen ja ”skaalautuva”. Sen täytyy kyetä mukautumaan erilaisiin toiminnallisiin vaatimuksiin fysiologisesti, erilaisten toimintamekanismien osalta. Faskia on kuin joustavaa liimaa, joka pitää kehomme dynaamiset elementit kasassa, mahdollistaen tämän skaalautuvuuden. Yhdessä luisten rakenteiden kanssa se luo kehomme kolmiulotteisen, jännitteisen ja dynaamisen arkkitehtuurin, jota kutsutaan tensegriteetiksi. Seuraavassa luvussa käsitelen faskiaa sen toiminnallisen erikoistumisen näkökulmasta sekä sen yhteyksiä manipulaatioiden vaikutusmekanismeihin.

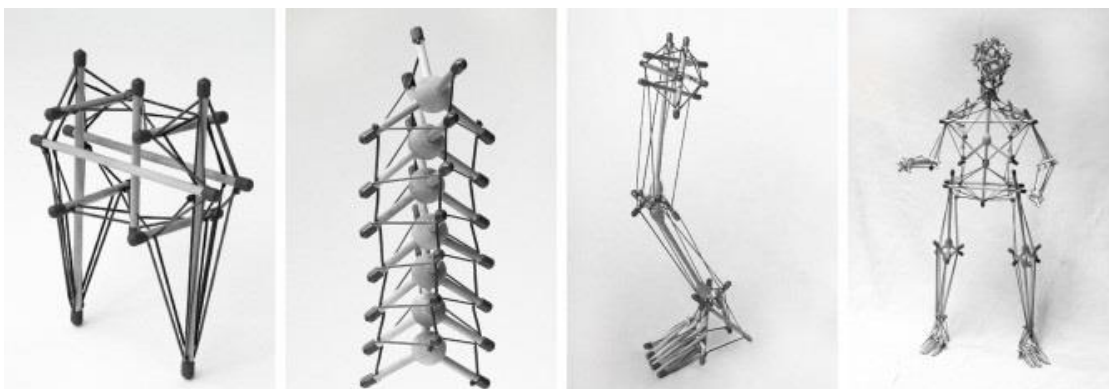
5.1 Faskioiden luoma rakenteellinen jännite

Tensegriteetti terminä aukeaa vertaamalla sitä esimerkiksi telttaan (kuvio 5). Telttä kasaataan keppien varaan (vrt. luut), mutta se pysyy kasassa vasta, kun kepit pingotetaan pysyvien narujen avulla (vrt. faskiat). Syvä faskia on jatkuvassa jännityksessä, ikään kuin pingotettuna, pitämässä kehoamme rakenteellisesti kasassa. (Pihlman & Luomala 2016.)



KUVIO 5. Teltan jännitteinen rakenne (Retkeilyn ABC. N.d. muokattu)

Kehomme rakenteellinen tuki ja toiminnallisuus syntyy tästä tensegriteetistä, jonka myötä kehomme kaikki osat; molekyylit, solut, kudokset, elimet, koko toiminnallinen kokonaisuus kykenee muuttamaan mekaanisesti muotoaan aina tarpeen mukaan (kuva 3). (Pihlman & Luomala 2016, 44–45, 47.) Jos tämä tensio eli jännite vapautetaan, elementit lysähtävät ja rakenne sortuu. Tämä jännite on perusteena faskian mukautumiskyvylle ja asettaa sille vaatimuksen plastisuudesta. Se myös osaltaan selittää manipulaatioiden eri vaikutusmekanismeja ja siksi faskioiden plastisuus on huomioitava myös fysioterapian näkökulmasta.



KUVA 3. Tensegriteetti (<http://www.interactivearchitecture.org>)

On tutkittu, että yli kolmannes lihasten kiinnityspisteistä luukalvoihin ei ole jännerakenteissa, vaan muodostuu sidekudoksisista rakenteista jänteen lähellä, jänteestä tai suoraan lihasrungosta, kiinnittyen suoraan ja tiukasti syvään faskiaan, toisen lihaksen epimysiumiin tai nivelkapseleihin ja pidäkesiteisiin (retinacula). (Myers 2012.) Faskioiden ekspansiot eli sidekudoslaajennukset muodostavat kiinnikkeen suoraan lihaksen ja syvän faskian välille ja niiden avulla lihaskudoksen synnyttämä tensio siirtyy epimysiumiin ja suoraan syvään faskiaan luoden myös siihen tension. Ekspansiot sitovat kudoksemme toiminnallisiksi kokonaisuuksiksi, toimintaketjuiksi, jotka jaotellaan useaan eri linjaan, eri tasoissa ympäri kehoa, edessä, takana ja sivuilla (Myers 2012.) Nämä sidekudoslaajennukset ja niiden muodostamat jatkumot ovat tärkeitä niin rakenteellisesti kuin biomekaanisestikin, tensegriteetin ja kehoomme kohdistuvien mekaanisten voimien vaatiman skaalautuvuuden, kuin voimien välityksenkin osalta. Seuraavassa käsitteen näitä sidekudoslaajennuksia hieman tarkemmin.

5.2 Sidekudoslaajennusten muodostamat jatkumot

Faskioiden sidekudoslaajennuksia on kehossamme erittäin runsaasti, jokaisella lihaksella vähintään yksi. Juuri näiden sidekudoslaajennusten avulla kehoomme syntyy toiminnallisia jatkumota, jotka ovat merkityksellisiä myös hermotuksen näkökulmasta. Jatkumoiden vuoksi yksittäisen lihaksen (tai lihasryhmän) harjoittaminen on mahdotonta, sillä jokainen liike stimuloi monia hermoja usean lihaksen alueella, osallistaen toimintaan faskiaalista kudosta aktivaatioalueen lisäksi myös sen ympäriltä. (Myers 2012.) Tutkija ja kliininen neurologi Herman Kabat esitti jo 1940-luvulla näkemyksensä, että aivot eivät

tunnista yksittäisiä lihaksia, vaan ainoastaan liikekaavoja. Hän oli ensimmäinen, joka korosti nimenomaan lihastoimintaketjujen merkitystä toiminnallisten ongelmien kuntoutuksessa. Faskiaaliset jatkumot ja lihastoimintaketjut nousivat tuolloin hoitojen kohteena esiin maailmanlaajuisesti. (Ricter & Hebgen 2010, 26.)

Sidekudoslaajennukset eivät suinkaan ole syntymästä asti valmiita rakenteita, vaan ne muokkautuvat ja vahvistuvat niihin kohdistuvan kuormituksen mukaan. Erityisesti lapsuuden ja nuoruusvuosien liikunnalla ja rasituksella on siinä iso merkitys. Elävä kudus uudistuu jatkuvasti ja mukautuu siihen kohdistuviin kuormituksiin ja faskiat ovat hyvin plastista ja toiminnallisesti erikoistunutta kudosta. Tätä voisi verrata siihen, kuinka lihakset kehittyvät niihin kohdistuvan kuormituksen vaikutuksesta. (Myers 2012.) Seuraavassa käsittelem tarkemmin faskian plastisuutta toiminnallisen erikoistumisen näkökulmasta, sekä siihen liittyviä hermostollisia seikkoja.

5.3 Faskioiden toiminnallinen erikoistuminen

Faskian täytyy siis olla kudostyyppiltään hyvin mukautuvaa, jotta se kykenee vastaamaan eri osissa kehoa siihen kohdistuviin hyvin erilaisiin ärsykkeisiin ja kuormiin. Tämä asettaa toiminnallisuuden lisäksi myös faskian ylläpitämälle jännitteelle erilaiset vaatimukset kehon eri osissa, mikä taas vaikuttaa sidekudoksen järjestäytymiseen ja koostumukseen. (Pihlman & Luomala 2016.) Tiheässä sidekudoksessa perusainetta on vähemmän, mutta proteiinisäikeitä on runsaasti ja perusainetta vähemmän, vallitseva säietyyppi on kollageeni, jonka suuri määrä kertoo kudoksiin kohdistuvista voimakkaista jännitteistä. Järjestäytyneessä tiheässä sidekudoksessa (esimerkiksi ligamentit ja jänteet) kollageenisäikeet ovat ryhmittyneet yhdensuuntaisesti, jotta ne voivat vastustaa jännitystä, joka kohdistuu niihin tietystä suunnasta. Tämän orientaation vuoksi niiden kyky vastustaa vetovoimia on merkittävä, mutta sen sijaan leikkaus- tai kompressiovoiman suhteen tuki on huomattavasti heikompaa. (Magee, & Quillen 2007.) Järjestäytymättömässä tiheässä sidekudoksessa (esimerkiksi syvä faskia) kollageenisäikeet ovat asettuneet verkkomaisesti, mikä taas kertoo niihin kohdistuvan jännitteen tulevan kudokseen useista eri suunnista. (Huijing & Langevin 2009, 4.)

Faskian sidekudossolut kykenevät näin ollen järjestäytymään uudelleen niillä alueilla, joihin kohdistuu enemmän kuormitusta. Muutos kuormituksessa voi syntyä normaalin

toiminnallisuuden lisäksi myös esimerkiksi traumasta, pitkäaikaisesta mekaanisesta rasituksesta, painovoimasta, vääristä liikemalleista, huonosta ergonomiasta tai liikkumattomuudesta. (Pihlman & Luomala 2016, 203.) Kudosten pidentymisreaktiota ja sidekudosrakenteen muutoksia, jotka ovat seurausta faskian ominaisuuksiin ja kapasiteettiin nähden liian suuresta tai liian pitkäaikaisesta kuormituksesta ja rasituksesta, kutsutaan creep-ilmiöksi, mistä seuraa akuutteja, tai pitkittyessään jopa kroonisia ylirasitustiloja ja kiputiloja. (Schleip 2003a, 2003b; Schleip & Müller 2013.)

Faskoiden plastisuuden fysiologiselle prosessille on olemassa useita erilaisia vaikutusmekanismeja ja teorioita. Sidekudosrakenteen muodonmuutokseen vaikuttavat mm. rakenteiden mekaaniset tekijät (mm. elastisuus, viskoelastisuus ja plastisuus) sekä fyysiset ja fysikaaliset tekijät (mm. lämpö, stressirelaksaatio, em. creep-ilmiö, hystreesi, triksotropia, sekä voima – nopeus – herkkyys), sekä uusimpien tutkimusten mukaan erityisesti neurosensitiivisyys. (Zachazewski 2007, 536.) Elastisuus on kudoksen jousimaista palautumisreaktiota kudokseen kohdistuneen rasituksen jälkeen, kun taas viskoelastisuudella tarkoitetaan kudoksen elastisten ja viskoottisten ominaisuuksien palautumista. Elastinen osa faskiaa mahdollistaa kudoksen nopean palautumisen venytyksen jälkeen, viskoottinen osa faskiaa taas vastaa kudoksen hitaasta ja epätäydellisestä palautumisesta muodonmuutoksen jälkeen. (Zachazewski 2007, 536.)

Faskioissa muodonmuutoksen ja mukautumiskyvyn määrittelee kollageeni yhdessä elastiinin kanssa. Hooken lain mukaan (Robert Hooke, 1635–1703) kappaleeseen kohdistuva voima vaikuttaa suoraan sen venymiseen: Jos jännitys on suurempi kuin kappaleen rakenteen sietokyky, kappale alkaa muovautua plastisesti. Jos jännite kasvaa liian nopeasti liian suureksi, kappale vaurioituu tai hajoaa. Faskian osalta tämä tarkoittaa sitä, että mikäli siihen kohdistuva voima pysyy sen elastisuuden rajoissa, faskia kykenee venymään vaurioitumatta ja palautumaan tension loppuessa lepopituuteensa. (Pihlman & Luomala 2016, 203.) Elävän kudoksen kollageenisäikeet kykenevät mukautumaan kuormitukseen ja muuttumaan plastisesti viikkojen ja kuukausien aikana kudoksen uudistumisen myötä, mikäli niihin kohdistuva tensio ja kuormitus kasvavat elastisuuden äärirajoille riittävä hitaasti. (Schleip 2003a, 2003b.)

Faskian fysiologisiin ja mekaanisiin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa myös kudoksen lämpötilan vaihtelulla. Kollageenin mekaaniset ominaisuudet ovat lämpötilasta riippu-

mattomia +37 asteeseen saakka. Lämpötilan ylittäessä +37 astetta kollageenifibrillien väliset, liukumista estävät poikittaissillat rikkoutuvat helpommin ja nopeammin ja suurimmillaan muutokset ilmenevät +40 ja +45 asteen välissä. (Zachazewski 2007, 544–545.) Suurin kollageenin muutos pituudessa saadaan aikaiseksi Zachazewskin (2007) mukaan käytettäessä kudokseen kohdistettua pientä kuormaa ja pitkäkestoista voimaa, kudoksen ollessa korkeassa lämpötilassa, sillä voiman määrä, joka vaaditaan saavuttamaan tai ylläpitämään haluttu kollageenin muodonmuutos, vähenee lämpötilan noustessa. Myös kollageenin muodonmuutokseen vaadittava aika (katkeamispisteeseen asti) on käänteisesti verrannollinen lämpötilaan. Kollageeni kestää sitä suuremman kuorman ja kykenee suurempaan muodonmuutokseen, mitä korkeampi lämpötila on, ennen katkeamista. (Zachazewski 2007.)

Myös liike nostaa lihaksen sisäistä lämpötilaa, mutta vaikutus ei ole riittävä vaikuttamaan sidekudoksen viskoelastiseen käyttäytymiseen. Normaaleissa olosuhteissa terveen kehon lämmönsäätelyjärjestelmä kontrolloi tasapainotilaa lämmönmuodostumisen ja -haihduttamisen välillä, joten lämpötilaa on mahdotonta saada liikkumalla nousemaan yli +39 asteen. Tämä onkin herättänyt keskustelua, onko esim. lämmittelyllä merkitystä ennen venytysharjoittelua, vai onko sen merkitys lähinnä aineenvaihdunnallinen ja hermostollinen. (Zachazewski 2007.) Itse näkisin tässä yhteydessä vaikutuksen suotuisaksi lähinnä faskiakudoksen soluväliaineen lepojähmeyden kannalta merkitykselliseksi.

Tutkimusnäyttö on vielä riittämätöntä, eikä yhtenäistä näkemystä ole voitu muodostaa siitä, onko yksittäisessä terapeutin toteuttamassa manipulaatiossa ylipäänsä mahdollista saada aikaan muutoksia faskiakudoksen pituudessa. Kun otetaan huomioon, että kollageenisäikeen koko elinkaaren uusiutumisenopeus, ”turn-over” -aika on erittäin pitkä, noin 300–500 vuorokautta, vaikuttaisi tutkimusten perusteella siltä, että suurin merkitys faskiaan kohdistuvien manipulaatioiden välittömistä, käsin palpoitavista muutoksista johtuisi pääasiassa hermostollisista vaikutusmekanismeista. (Pihlman & Luomala 2016, 21.) Seuraavaksi käsittelen tarkemmin faskian hermoanatomiaa ja neurosensitiivisyyttä.

6 FASKIOIDEN NEUROSENSITIIVISYYS

Faskiat synnyttävät, käsittelevät ja viestivät sensorista informaatiota sensoristen aistinso-lujen, mekanoreseptoreiden avulla. Nämä mekanoreseptorit ovat myös terapeutin, fas- kiaan kohdistuvan manipulaation kannalta tärkeimpiä aistinsoluja. Tässä luvussa kuvaan tarkemmin näitä mekanoreseptoreita, sekä niiden yhteyksiä faskioiden terapeutin ma- nipulaatioon.

6.1 Faskioiden fysiologinen rooli osana sensorista hermostoa

Kontrolloimme kehoamme hermoston avulla. Keskushermostomme tarvitsee informaa- tiota voidakseen reagoida elimistössä tapahtuviin muutoksiin ja tällaista informaatiota se saa mm. somaattisen hermoston kautta, joka muodostuu sensorisesta ja motorisesta osasta eli tunto- ja liikehermostosta. Sensorisen hermoston toiminnot perustuvat aistinsoluista eli reseptoreista saatavaan informaatioon, joka kulkee aistiratoja pitkin aivoihin ja siellä edelleen omille projektioalueilleen. Nämä reseptorit ovat sensitiivisiä vain juuri niille spesifeille ärsykkeille, muun tyyppinen ärsyke ei tuota niissä reaktioita. (Henry Gray's Anatomy of the Human Body 1918.)

Faskioiden hermopäätteitä on kartoitettu jo 1960-70 luvuilla, mutta vasta 2000-luvulla faskioiden neurodynamiikkaa on teknologisen kehityksen ansiosta päästy tutkimaan sy- vemmällä tasolla. Valtaosa faskian sisältämistä aistinsoluista eli sensorisista neuroneista ovat niin pieniä ja monimutkaisia, että niiden tutkiminen on edelleen haastavaa. Tästä syystä tietoa faskian hermotuksesta on ollut aiemmilla vuosikymmenillä saatavilla vain vähän. (Engeln 1994) Faskian hermotuksen tarkkaa määrää on edelleen mahdotonta ku- vata täysin tyhjentävästi sen monimuotoisuuden takia. (Schleib 2012; Pihlman & Luo- mala 2016, 59.)

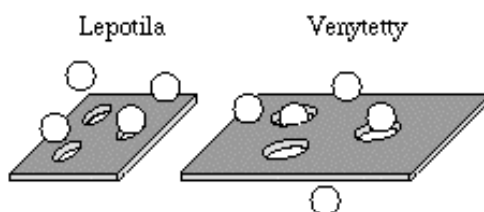
6.2 Mekanoreseptorit

Mekanoreseptorit ovat sensorisia hermopäätteitä, jotka reagoivat mekaaniseen stimulaa- tioon eli liikkeeseen, tension ja paineeseen (Langevin 2006). Mekanoreseptoreiden ak- tivaatio vie keskushermostossa ”huomiota” pois toisilta sensorista aistimusta välittäviltä

aistinsoluilta, nosiseptoreilta. Nosiseptorit tuottavat vaara- ja ärsyke- ja kivun tunnetusta, jonka keskushermosto voi tilanteesta riippuen tulkita kivuksi. Näiden kahden reseptorin keskinäisen aktivaation suhde ja määrä ovat terapeuttisesti merkityksellinen erityisesti kivunhoidossa ja kroonisissa kiputiloissa. (Pihlman & Luomala 2016, 76)

Mekanoreseptoreita on löydetty lähes joka puolelta kehoa, mutta erityisesti syvän faskian pinnallisessa sekä keskimmaisessa kerroksessa niitä on monin kertainen määrä muihin kudoksiin verrattuna. (Langevin 2006; Pihlman & Luomala 2016, 31, 48, 58, 59.) Tutkijat ovat vakuuttuneita, että tiheän hermotuksen vuoksi faskioilla on tärkeä rooli somato-sensorisessa järjestelmässä, esimerkiksi faskioiden mekanoreseptorit osallistuvat merkittävästi liikkeen hahmotukseen ja säätelyyn. (Grinnell & Petroll 2010; Langevin, ym. 2010; Myers 2012; Stecco & Stecco 2009.) Schleib on nimennyt faskian elimistömme tärkeimmäksi aistinelimeksi (Schleib 2012). Hänen mukaan juuri faskiarakenteissa sijaitsee suurin osa kehon sensorisista hermopäätteistä ja jos vapaat hermopäätteet lasketaan mukaan, faskiassa on Schleibin mukaan suurempi määrä sensorisia hermopäätteitä, kuin silmän verkkokalvossa, joka yleensä mielletään ihmisen eniten aistivaksi kudokseksi. Raajoissa hermosolujen osuus koko faskian tilavuudesta voi tutkijoiden mukaan olla jopa 1,2 % (Stecco C. & Stecco A. 2012, 34–35).

Faskiassa on kaikkiaan neljän tyyppisiä sensorisia hermopäätteitä; Golgin reseptori (Golgin jänne-elin, GTO), Ruffinin päätte, Pacinin keränen ja interstitiaaliset reseptorit eli vapaat hermopäätteet. Viimeisin näistä eli vapaat hermopäätteet kattavat noin 80% kaikista sensorisista hermopäätteistä kehossamme. Niiden tehtävä on vastata intero-septiosta eli ne aistivat kehon sisäisiä toimintoja ja fysiologisia tarpeita. Mekanoreseptoreiden aktivoituminen mekaanisesti johtuu Na-kanavien kasvusta (kuvio 6) solukalvon venytyksessä (The BioMag Laboratory).



KUVIO 6. Mekanoreseptorin kanavat avautuvat, kun kalvoa venytetään (The BioMag Laboratory)

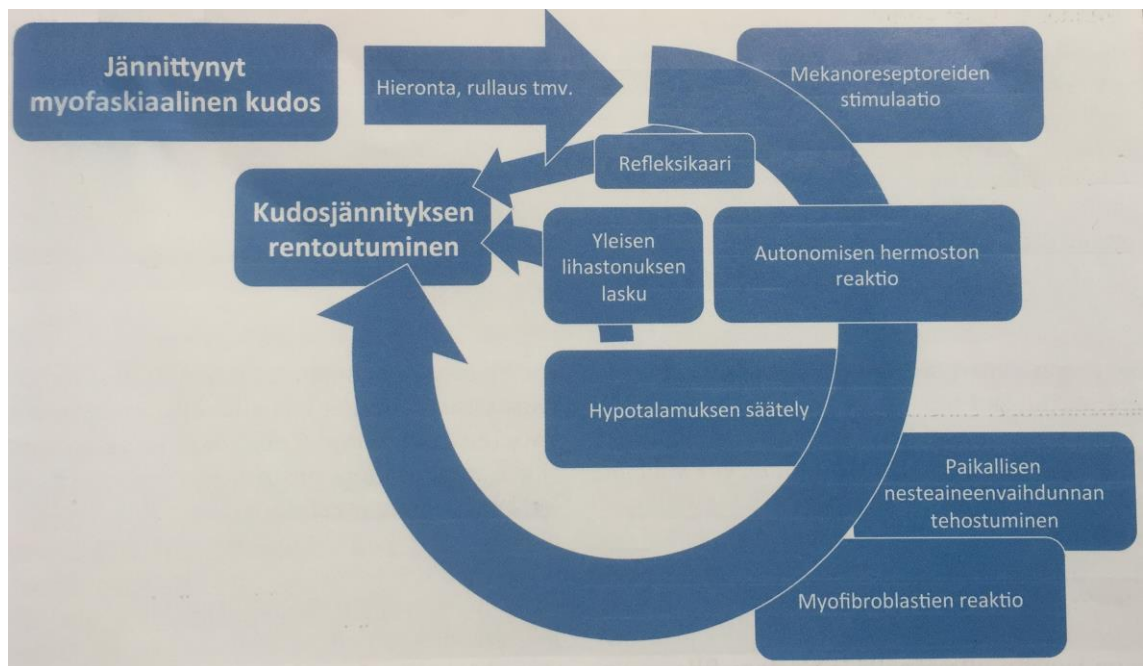
Solut aistivat mekanoreseptoreiden avulla niihin kohdistuvia mekaanisia ärsykeitä ja reagoivat niihin muuttamalla solun sisäistä biokemiaa sekä sähköisesti, että kemiallisesti. Tätä prosessia kutsutaan mekanotransduktioksi. (Ingber 2008; Goldmann 2012.) Mekaanisen ärsykkeen ja sitä seuraavan toiminnallisen reaktion välillä tapahtuu useita monimutkaisia sähköisiä ja kemiallisia tapahtumia, jotka voidaan jakaa neljään eri vaiheeseen. Vaiheet ovat (mekano)transduktio, transmissio, modulaatio ja perseptio. Transduktio tarkoittaa muutoksia, esimerkiksi voimakasta kuormitusta tai muutoksia lihasten tonuksessa, jotka aikaansaavat mekanoreseptoreiden aktivoitumisen. Tällöin mekaanisen ärsykkeen energia johtaa hermopäätteiden sähkökemialliseen aktivoitumiseen. Transmissiossa reseptoreilta alkunsa saanut impulssi kulkeutuu ääreishermoston pitkin keskushermostoon. Mekanoreseptoreiden ollessa kyseessä hermosäikeet ovat myeliinitupellisia A-alfa- ja A-beta-säikeitä. Impulssi kulkee sensoriselle aivokuorelle asti, osiin, jotka aistivat kyseistä spesifiä ärsykettä. Aisti-informaation muuntelu hermostossa on nimeltään modulaatio ja sitä tapahtuu aivojen lisäksi osittain jo selkäydinkanavassa. Perseptio on informaation subjektiivinen vaste aivoissa eli se, miten aivot reagoivat ja tulkitsevat saadun informaation. (Ingber 2008; Goldmann 2012.) Nosiseptio ei siis aina automaattisesti tarkoita kiputuntemusta, vaan kipu on aivojemme tulkinta saadusta sensorisesta informaatiosta.

Mekanoreseptoreiden viestintä on yksisuuntaista eli viestintä kulkee faskiarakenteista keskushermoston suuntaan. Faskiaalisessa järjestelmässämme on kuitenkin myös osia, jotka viestivät kaksisuuntaisesti eli sekä lähettävät, että vastaanottavat viestejä keskushermostosta. Nämä ovat lihasspindleitä eli lihassukkuloita. (Schleib, ym. 2013; Pihlman & Luomala 2016, 48; Ingber 2008; Goldmann 2012, 567.) Käsittelen lihassukkuloita omassa osiossaan hieman tuonnempana.

Juuri hermoston kautta syntyvien vaikutusmekanismien arvellaan olevan avainasemassa faskiaalisissa manipulaatioissa muiden vaikutusmekanismien ohella. Esimerkiksi kivun hoidossa faskiaalisten manipulaatioiden avulla voidaan vähentää nosiseptiota tuottamalla mahdollisimman paljon mekanoreseptoreista syntyvää aistininformaatiota, joka kilpailee nosiseption kanssa aivojen huomiosta. Mekanoreseptorit reagoivat välittömästi jo terapeutin kosketukseen, käynnistäen moninaisia tapahtumaketjuja. Kun faskiakalvoja manipuloidaan ja esimerkiksi liikutellaan toisiinsa nähden, niin aivot tulkitsevat mekanoreseptoreihin kohdistuvat ärsykkeet liikkeenä, asentoina ja asentomuutoksina. Ihon liike johtaa kosketuksen aiheuttaman paineen sidekudosrakenteita pitkin pinnalliseen faskiaan ja siitä

edelleen syvään faskiaan, mistä paine leviävää myös lihaskalvoihin saaden asiakkaan kehossa aikaan asentotuntemusta muistuttavan reaktion.

Mekanoreseptoreiden aktivointi faskiaa manipuloimalla saa aikaan laajempia neurobiologisia muutoksia myös autonomisen hermoston kautta (kuvio 7), parantaen esimerkiksi käsitellyn alueen verenkiertoa ja nostaen yleisesti parasympaattista aktivaatiota, mikä puolestaan laskee sykettä ja inhiboi stressihormoneja. (Schleip 2003b.) Mekanoreseptoreiden impulssi aivokuorella myös inhiboi aiemmin kuvattujen myofibroblastien toimintaa ja tätä kautta edistää faskioiden rentoutumista ja muuttaa GAG:ien kautta paikallista nstedynamiikkaa solujen ja soluvälitilan välillä (Schleip 2003b). Pinnallisessa ja syvässä faskiassa sijaitsevat Ruffinin päätteet ja vapaat hermopäätteet reagoivat, vaikuttaen autonomiseen hermostoon. Hypotalamuksen kautta vaikutuksen ulottuvat koko elimistöön saaden aikaan kokonaistuntemuksen alenemisen, mistä seuraa lihasten rentoutuminen. Tämä vaikuttaa kalvorakenteisiin, vapauttaa kalvojen välistä liikettä ja vähentää myös faskioiden välisten sidekudosjatkumoiden tensiota. (Schleib 2013.) Koska hermorakenteet kulkevat faskioiden muodostamissa kulkureiteissä, muutokset faskioiden tensiossa ja liikkumiskyvyssä toisiinsa nähden vaikuttavat hermopäätteiden lisäksi myös hermorunkoihin ja niiden liikkumiskykyyn muiden kudosten välissä (Pihlman & Luomala 2016, 58–59, 62).



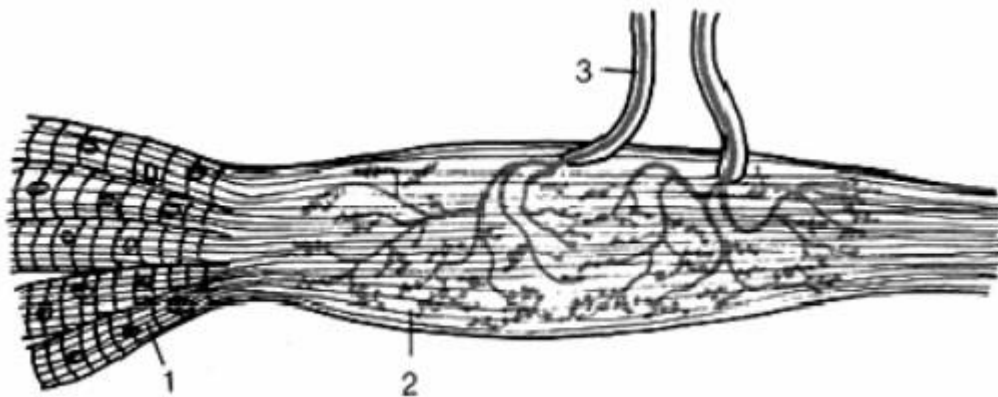
KUVIO 7. Faskiaan kohdistuvien manipulaatioiden vaikutusmekanismeja (Pihlman & Luomala 2016, muokattu)

Neurosensitiivisiä vaikutusmekanismeja, välittömiä ja välillisiä on siis hyvin monia. Käyn seuraavissa kappaleissa tarkemmin läpi faskian mekanoreseptorit ja niiden rooleja manipulaatioiden vaikutusmekanismeissa.

6.3 Golgin jänne-elin (GTO)

Reseptorit jaetaan rakenteensa perusteella vapaisiin ja sidekudoskapselin ympäröimiin hermopäätteisiin. Golgin jänne-elin (GTO) on sukkulanmuotoinen, kollageenisäikeistä koostuva kapseli (kuvio 8). Golgin jänne-elimet ovat reseptoreita, jotka sijaitsevat syvässä faskiassa, erityisesti jänteiden alueella ja ne kiinnittyvät kollogeenisäiekimppujen ympärille, ekstrasfusaalisoluihin suoraan kollageenisäikeiden välityksellä ja reagoivat näiden tensioon. (Hamill & Knutzen 2009, 119.)

Yhteen GTO:hon on liittyneenä keskimäärin 10–20 lihassolua. Ne ovat järjestäytyneet joko suoraan linjaan tai perättäin suhteessa GTO:oon (Hall 2012, 129). Nimestään huolimatta vain alle 10% Golgin reseptoreista sijaitsee itse jänteessä. Tutkimusten mukaan suurin osa Golgin reseptoreista sijaitsee jännelihaskiinnityksen alueella, aponeuroosin kiinnitysalueilla, perifeerisissä nivelkapseleissa ja nivelsiteissä sekä ligamenteissa. (Alter 2004, 78–79; Williams & Krishnan 2007, 193.)



KUVIO 8. Golgin jänne-elin (1. lihas, 2. jänne., 3. jännereseptorista lähtevä myeliinittu hermossy) (Nienstedt ym. 1997, 489)

Golgin reseptoreiden tehtävä on reagoida nopeaan ja voimakkaaseen lihaksen supistumiseen ja janteen venymiseen vähentämällä lihaksen tonusta. Ne lähettävät keskushermostolle viestin jänteeseen kohdistuvasta venytysärsykkeestä, sen nopeudesta ja muutoksista.

(Hamill & Knutzen 2009, 119.) Kun GTO aktivoituu, se inhiboi agonistin eli aktiivisen lihaksen alfa-motoneuronin toimintaa, estäen agonistin lihassupistusta, mikä fasilitoi automaattisesti antagonistin eli lihasparin vastavaikuttajan aktiivisuutta. (Zachazewski 2007.) Kollageenikimpun sivuilta lähtee kaksi sensorista hermosyytä ja kun kollageeni, (jonka ympärille GTO siis kiinnittyy) kompressoituu lihassolun venytyksen tai lihassupistuksen seurauksena, GTO:n Ib- tyyppin hermo päätteet muodostavat hermoimpulssin. Impulssin voimakkuus on lineaarisessa suhteessa siihen voimakkuuteen, joka GTO:hon kohdistuu, eli depolarisaatio (jännitteen laukeaminen) laukaisee aktiopotentiaaleja eli toimintajännitteitä sitä suuremmalla taajuudella mitä voimakkaampi ärsyke on. GTO:n siis reagoi sekä kuorman suuruuteen, että kuorman nopeuden muutoksille. (Hamill & Knutzen 2009, 119.)

Fysioterapian kannalta on merkityksellistä huomioida, että GTO:n stimulaatiokynnys passiiviselle venytykselle on havaittu tutkimuksissa olevan huomattavasti herkempi, vaikka GTO aktivoituu sekä lihassupistuksen, että passiivisen lihasvenytyksen tuottamasta tensiosta. (Hall 2012, 129). Tämä liittyy GTO:n kudoksia ”suojelemaan” rooliin liiallisen venymisen estäjänä. Terveessä luurankolihasessahan ei itsessään sinänsä ole liikelaajuutta estäviä fysiologisia tekijöitä. Lihaksen pienimpien toiminnallisten osien eli sarkomeerien venymiskyky on suhteessa niin laaja lepopituudesta repeämispisteeseen asti, että muut sidekudosrakenteet ja myös neuraaliset tekijät suojaavat kudoksia, ensin GTO:n toimesta sallien ja sitten lihassukkuloiden toimesta estäen toiminnallisen rakenteen venymisen, ennen kuin päästään lähellekään lihaksen repeämispistettä. (Page 2012, 110.)

GTO:n tensioherkkyys vaihtelee eri GTO:iden välillä. Lihas-jänne-liitoksen kireys saattaa olla yksi tekijä, joka vaikuttaa GTO:n tensioherkyyteen. Zachazewski (2007) viittaa Fukamin ja Wilkinsonin (1983) tutkimukseen, jonka mukaan jäykässä lihas-jänne-liitoksessa sijaitseva GTO ei reagoi niin herkästi lihastension muutoksille, mistä seuraa, että myös alfa-motoneuronin inhibaatio on vähäisempää. (Zachazewski 2007, 535.) Gottinghamin (1985) mukaan GTO voi myös ”väsyä” pitkittyneeseen tensioon, lakaten tuottamasta ärsykettä keskushermostolle. Hän kutsuu ilmiötä nimellä ”lengthening reaction”, mutta sitä kutsutaan alan tutkimuksissa yleisemmin aiemmin mainituksi creep-ilmiöksi. Creep-ilmiössä on siis kyse kudosten pidentymisreaktiosta ja sidekudosrakenteen fysio-

logisista muutoksista, jotka tapahtuvat pitkittyneen kuormituksen vuoksi. Tällainen pitkittynyt kuormitus voi olla esimerkiksi seurausta huonosta ergonomiasta tai trauman aiheuttamasta asentovirheestä. (Pihlman & Luomala 2016, 203.)

Jami, ym. (1992) osoittivat omassa tutkimuksessaan, että passiivinen venytys ei aiheuta ärsykyttä itse jänteessä sijaitseviin Golgin jänne-eliimiin, joten venytetyn kudoksen pidentyminen tapahtuu jonkin muun mekanismin avulla ja liittyy faskioiden neurosensitiivisyyteen ja mekanotransduktioon. (Schleib 2003a, 2012; Alter 2004; Williams & Krishnan 2007.) Kuten aiemmin todettiin, vain hyvin pieni prosentti, noin 7-10% Golgin jänne-elimistä sijaitsee itse jänteissä ja suurin osa, n. 90% sijaitsee lihasjänneliitoksissa, nivelkapseleissa, pidäkesiteissä ja kalvojänteissä. (Schleib 2012.) Tämä tarkoittaisi Schleibin mukaan sitä, että viesti keskushermostoon venytysärsykkeistä tulee jänteiden sijaan syvien faskiaalisten rakenteiden kautta. (Schleib 2003, 2012.) Useat tutkijat Schleibin lisäksi, mm. Weppeler ja Magnusson (2010) ovat sitä mieltä, että esimerkiksi venytetyn jälkeinen liikeradan lisääntyminen ei ole lainkaan seurausta kudosten rakenteellisesta venymisestä (pidentymisestä), vaan johtuu lihastonuksen alenemisestä. Tämän katsotaan olevan seurausta venytyksen aiheuttamasta GTO:iden ja lihassukkuloiden aikaansaamasta hermostollisesta reaktiosta. (Grinnell & Petroll 2010; Myers 2012; Langevin, ym. 2010.)

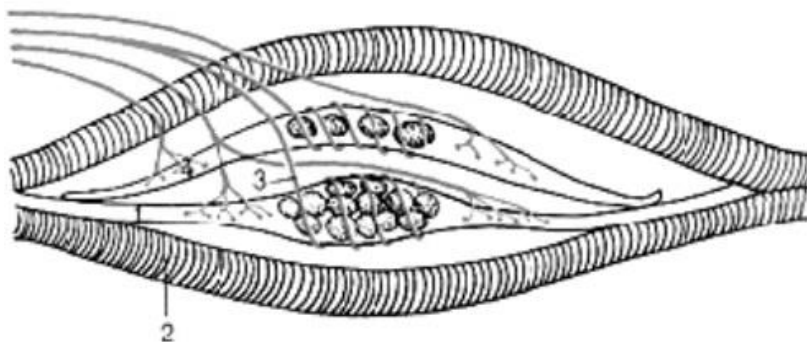
GTO:n aktivaatiota voidaan hyödyntää etenkin posterioristen lihasryhmien lihaskireyksien sekä ylipäänsä liikelajuuden lisäämisessä, hyödyntämällä jännitä-rentouta-venytä -tekniikkaa. Tällöin liikerata viedään sen laajuuden maksimiin passiivisesti ja tässä asennossa noin 5-8 sekunnin mittainen, isometrinen lihasjännitys saa GTO:n reagoimaan ja edelleen inhihoimaan agonistia. Tästä seuraa, että lihassupistuksen loputtua kyseinen lihassolukko rentoutuu poikkeuksellisen paljon ja liikerata voidaan viedä jälleen passiivisesti pidemmälle, seuraavaan ”päätepisteeseen”. Tätä kutsutaan nimellä postisometrinen relaksaatio (PIR, post isometric relaxation) ja kyseinen tekniikka on paljon käytetty mm. ki-ropraktikkojen, fysioterapeuttien ja hierojien keskuudessa. (Emary 2012.)

Edellä kuvatussa post-isometrisessä relaksaatiossa GTO:n afferentti (eli tuova hermosyy) hermoimpulssi (Ib) kulkeutuu selkäytimen takasarveen, jossa se yhtyy agonistin toimintaa inhihoivaan motoneuroniin. Tämä toiminta estää efferenttien (eli vievän hermosyyn) motoneuronien toimintaa, edelleen estäen lihaksen supistumista. Tämä johtaa lihastonuksen alenemiseen ja samalla agonistin rentoutumiseen sekä pidentymiseen. (Hamill &

Knutzen 2009, 120.) Tila kestää muutamia sekunteja ja silloin voidaan saavuttaa sen hetkinen, suurin mahdollinen nivelen liikkuvuus. Tämän rentoutumisvaiheen aikana lihasta tai lihasryhmää voidaan venyttää niin kauan, kunnes uusi jännitys alkaa (Richter & Hebgen 2006, 108–109). Tekniikka voidaan uusia 3–4 kertaa ja mitä suurempi liikerajoi- tus tai lihasjännite on, sitä paremman reaktion tämä tekniikka saa aikaan. On hyvä huo- mioida, että riskien minimoimiseksi voimatuotto kannattaa pitää maltillisena. Vasteen ai- kaan saamiseksi riittää n. 10–30% suuruinen jännitys suhteessa maksimaaliseen voiman- tuottoon, sillä liian voimakkaat jännitykset voivat saada aikaiseksi krampeja tai lihas- vaurioita lihaskudokseen tai sen insertio-alueisiin luussa ja syvässä faskiassa. (Pihlman & Luomala 2016, 59.)

6.4 Lihassukkula

Lihassukkulat (spindelit) sijaitsevat lihassolujen välissä, järjestäytyneenä rinnakkain, sa- mansuuntaisesti lihasyiden kanssa alueella, jossa endomysium liittyy perimysiumiin ja edelleen epimysiumiin (Enoka 2002, 235). Lihassukkuloiden oikeampi nimitys olisi it- seasiassa faskiasukkula, sillä toisin kuin luullaan, ne eivät kiinnity lihassoluihin, vaan ovat täysin kalvorakenteiden ympäröimiä ja niihin kiinnittyneitä (Pihlman & Luomala 2016, 48). Lihasspindelit on rakenteeltaan kapselimainen kotelo, jonka sisällä on lihasso- lukkoa (intrafusaalisäikeitä), hermopäätteitä ja sidekudosta (kuvio 9). Intrafusaalisolut voidaan erotella kahteen pääryhmään: tumasäkkisolut ja tumaketjusolut. Tumasäkkisolut jaetaan edelleen staattisiin ja dynaamisiin soluihin. Ihmisen lihaksistossa on keskimäärin 25 000 – 30 000 lihasspindelä ja yksittäisessä lihaksessa voi olla n. 500 spindelä. (Wil- liams & Krishnan 2007, 194.)



KUVIO 9. Lihasspindel (1. erilaistuneita lihasyyitä., 2. lihasyyt ja 3. sensorisia eli affe- rentteja hermosyyitä) (Nienstedt ym. 1997, 488)

Lihasspindeliä ympäröivät normaalit luurankolihasolut (ekstrafusaalisolut), jotka ovat alfamotoneuronien hermottamia. Intrafusaalisoluja taas hermottavat gamma-motoneuronit, jotka jaetaan dynaamisiin (hermotus pääasiassatumasäkkisoluu) ja staattisiin (hermotus pääasiassa tumaketjusoluun) motoneuroneihin. (Tortora 2012, 613.) Toisin kuin ekstrafusaalisoluissa (myofibrillit), intrafusaalisolussa on supistumaton keskialue ja supistuvia elementtejä on ainoastaan solun molemmissa päissä (Sherwood 2010, 285).

Spindeli toimii aistinelimenä välittäen informaatiota lihaslukkoon kohdistuvasta tensiosta, mutta koska se on samaan aikaan gamma-motoneuronin hermottama, (jotka säätelevät lihasspindelin tension muuttumista suhteessa lihaspituuden muutoksiin), se pystyy tarvittaessa aktivoimaan kaikki ne lihasolut, joihin se on kalvorakenteen kautta kontaktissa. Tämä tarkoittaa, että lihasspindeli voi joko lisätä, tai vähentää supistuvien lihasolujen määrää ja sitä kautta (keskushermoston ohjauksessa) hienosäätää voimantuottoa. (Pihlman & Luomala 2016, 60.)

Lihasspindelissä on kaksi erilaista hermopäätealuetta, ensisijainen pääte sekä eri määriä toissijaisia päätteitä. Muutokset lihasolun pituudessa venytyksen aikana sekä nopeus, jolla venytys suoritetaan aktivoivat ensisijaisia hermopäätteitä, jotka ovat tyypin Ia afferenttien hermosolujen hermottamalla alueella. Ensisijaisia hermopäätteitä löytyy sekä tumasäkkisolusta, että tumaketjusolusta, kun taas toissijaisia hermopäätteitä löytyy pääosin vain tumaketjusolusta. Ne reagoivat tyypin II afferenttien hermosolujen hermottamana ainoastaan pituuden muutoksiin. (Levy ym. 2006, 128–129.)

Fysioterapian ja etenkin faskioihin kohdistuvien manipulaatioiden kannalta on tärkeä huomioida, että lihassukkula on herkkä muutoksille, joita faskiaalisessa järjestelmässä tapahtuu, koska se on niin kiinteässä yhteydessä faskioihin. Sen toiminta on riippuvainen tension muutoksista, niin kapselin sisällä, kuin sen ulkopuolellakin. Terapeutin tulee huomioida, että faskiaverkon kautta lihaksen passiivinenkin venytys voi aktivoida myös lihassukkuloita. (Stecco & Stecco 2009, 15.) Eli jos lihasta venytetään passiivisesti, myös sen lihasspindelien intrafusaalisolut venyvät, mikä nostaa afferenttien hermosyiden aktiivisuutta. Nämä hermosyyt päättyvät venytettävän spindelin soluihin, mikä aiheuttaa kyseisen lihaksen supistuminen, koska afferentti neuronit synapsoituu saman lihaksen ekstrafusaalisoluja hermottavaan alfamotoneuroniin. Tämä tapahtumaketju on nimeltään monosynaptinen venytysrefleksi. Venytysrefleksin tehtävä on vastustaa kaikkea passiiv-

vista muutosta lihaksessa, negatiivisena palautusmekanismina, jotta lihaksen optimaalinen lepopituus säilyisi. (Sherwood 2010, 285–286.) Jos lihassukkulaan kohdistuu ylimääräistä tai epänormaalia tensiota, tai sitä ympäröivät kudokset ovat epätasapainossa, sukula voi herkistyä ja sen toiminta häiriintyä, mikä vaikuttaa hienomotoriikkaan ja kokonaisvoimantuottoon (Pihlman & Luomala 2016, 60).

Lihassukkulat ja Golgin jänne-elimet ovat myös proprioseptoreita, joiksi luokitellaan em. lisäksi myös nivelkapseli- ja ligamenttiresptorit. Näistä perifeerisistä, sensorisista reseptoreista saatavaa afferenttia informaatiota raajojen, vartalon ja pään asennosta ja liikkeestä kutsutaan proprioseptiikaksi eli asentotunnoksi, joka on yksi aisteistamme, siinä missä esimerkiksi näkö tai kuulo.

Proprioseptorit sijoittuvat tietyille proprioseptiivisille alueille, jotka sijaitsevat mm. syväällä nivelissä. Proprioseptoreita on etenkin pidäkesiteiden (retinaculum) alueilla. Pidäkesiteet ovat syvän faskian paksuuntumia, jotka kiinnittyvät mm. luihin ja jänteisiin. Niiden rakenne on paljon monimutkaisempi, kuin nivelsiteiden (mm. säieorientaatio vaihtelee eri kerroksissa). Pidäkesiteet ovat faskian rakenteista kaikkein tiheimmin hermotettuja ja niissä on erityisen runsaasti proprioseptiivisiä hermopäätteitä. (Pihlman & Luomala 2016, 51.) Pidäkesiteet kykenevät aistimaan nivelkapselin kiristymisen lisäksi myös luun liikkeitä ja lihasten aiheuttamaa tensiota sekä näiden yhteisvaikutuksia koko sidekudosjärjestelmässä. Tämän vuoksi niillä on erityisen suuri merkitys nivelten stabiloinnissa sekä laajemmin liikkeen hallinnassa. (Stecco ym. 2011a, 131–134; Pihlman & Luomala 2016, 44, 51.)

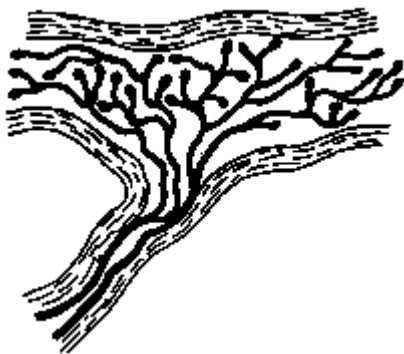
Vaikka proprioseptiikka ei kykene suoraan vaikuttamaan itse tuotettavaan liikkeeseen, niin proprioseptiikalla on välittämänsä informaation kautta tärkeä rooli liikkeen koordinoinnissa. Tutkijoiden mukaan proprioseptiikan poistaminen käytöstä liikkeen hallinnassa aiheuttaa mm. koordinoinnin vaikeutta, liikkeen tarkkuuden ja ajoituksen haasteita. (Chaitow 2013, 9; Schleip 2015, 32–35; Van der Wal 2009, 100.)

Proprioseptorit ovat eri asia, kuin kehon eksteroseptorit, jotka ovat ihon ja ihonalaisen kudoksen paine- ja kosketusreseptoreita. Niiden tehtävänä on reagoida ulkoisiin ärsykeisiin, kuten esimerkiksi kosketukseen ja välittää afferenttia informaatiota mm. kivusta, lämpötilasta tai liikkeestä (Chaitow 2013, 9; Schleip 2015, 32–35; Van der Wal 2009,

100). Yahia, Pigeon ja DesRosiers (1993) ovat omista tutkimuksissaan tulleet johtopäätökseen, että eksteroseptorit olisivat itseasiassa proprioseptoreita herkempiä ja aktiivisempia tunnistamaan ja säätelemään liikettä, kuin Golgin jänne-elimet, nivelkapseli- ja ligamenttiresseptorit. Proprioseptiikka toimii yhdessä eksteroseptiikan kanssa. Kun proprioseptinen ja eksteroseptinen tieto yhdistetään keskushermostossa, keho voi tiedon avulla tuottaa hyvin nopean vasteen asennon muutokseen. (Enoka 2002, 232 – 233.)

6.5 Ruffinin päätte

Ruffinin päätteitä on kehossamme ihossa, pinnallisessa faskiassa sekä erityisesti syvässä faskiassa ja niiden tehtävä on reagoida pitkäkestoiseen paineeseen, hitaisiin paineen ja tension muutoksiin, venytykseen sekä etenkin poikittaissuuntaiseen liikkeeseen rentouttamalla lihasta. Ruffinin päätteet ovat kapseloituneita reseptoreita (kuvio 10), joilla on suora yhteys parasympaattiseen hermostoon. Tästä syystä niiden manipulointia voidaan käyttää sympaattisen hermoston aktivaation laskemiseen. (Pihlman & Luomala 2016, 60.) Ne ovat nopeasti reagoivia, mutta hitaasti adaptoituvia ja fysioterapian näkökulmasta tämä tekee niistä erittäin mielenkiintoisia mekanoreseptoreita esimerkiksi kivun, stressin ja jännittyneisyyden hoidossa.



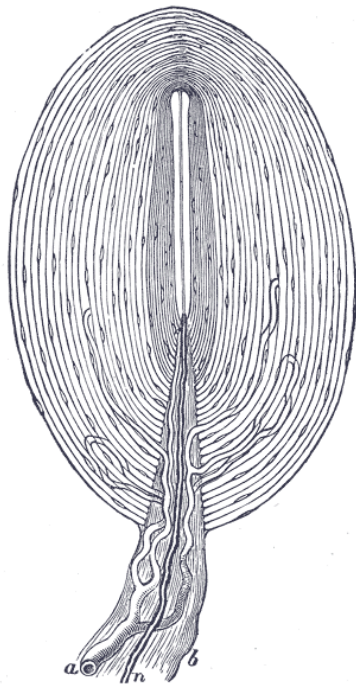
KUVIO 10. Ruffinin päätte (University of Washington)

Ruffinin päätteet reagoivat erityisen herkästi poikittaiseen (lateraaliseen) kudoksen venytykseen. Epäsuorat faskiaaliset hoito-otteet sovelluksineen sekä hitaat faskian liu'utukset ovat tekniikoita, joita suositaan erityisesti, jos asiakas on akuutisti hyvin kivulias tai kärsii kroonisista kivuista ja jännitystilosta, jolloin parasympaattisen hermoston aktivoinnista on etua. (Pihlman & Luomala 2016, 61.) Ruffinin päätteiden hitaan adaptaation vuoksi kudoksen venytystä ja painetta voidaan jatkaa kauankin, jolloin saadaan pitkäkestoista

aktivaatiota hermostoon kipualueelle nosiseption syrjäyttämiseksi. Manipulaatiolla mekanoreseptoreihin tuotettu aistimus vie hermoston ”huomiota” nosiseptiolta ja jopa myös aivojen huomiota (perseptiota) kivulta, kuten aiemmin kuvattiin. Hermosto saa näin tilaa ja aikaa käsitellä sekä muokata (moduloida) kiputuntemusta vaimeammaksi. Riittävän pitkä hoitoaika, noin 2–5 minuuttia kivuliasta aluetta kohden vähentää myös lihasjännitystä, joka pyrkii suojaamaan ylimääräiseltä kivulta. Tällaisesta hoitotekniikasta, joka vaikuttaa ihoon ja hermostoon voidaan käyttää myös kanadalaisen fysioterapeutti Diane Jacobsin lanseeraamaa nimitystä dermoneuromodulaatio. (Honkanen 2013.)

6.6 Pacinin keränen

Pacinin keränen on kapseloitunut reseptori, jonka pituus on yleensä yli yhden millimetrin. Pacinin keränen koostuu myelinisoituneesta hermopäätteestä (kuvio 11), jota ympäröi kapselirakenne. Myeliinituppi ympäröi hermoa jonkin matkaa kapselin sisälle asti ja häviää sitten. Myelinisoitumatonta aksonin osaa ympäröivät useat Schwanninsoluliuskat, jotka muodostavat kapselin sisäosan. Kapselin ulko-osa muodostuu liuskoista, joiden välissä on lymfan kaltaista nestettä. (Gray 1918)

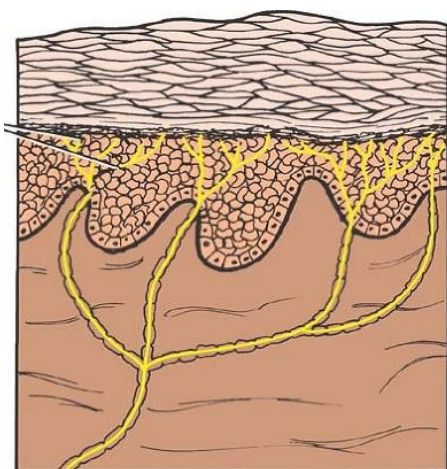


KUVIO 11. Pacinin keränen (Pulse Biology)

Pacinin keräsiä on syvässä faskiassa, luiden ja jänteiden yhteydessä nivelkapseleissa ja pidäkesiteissä sekä myös suolistossa. Ne aistivat herkästi kosketusta, painetta ja värähtelyä -erityisesti korkeataajuisista (>150 Hz) värinää. Ne reagoivat nopeisiin, rytmisiin muutoksiin jännitteessä. Pitkäkestoinen paikalla olo saa ne ”kyllästymään”, jolloin ne aktivoituvat saadakseen kehossa aikaan liikehdintää. Liike ja liikkuminen rauhoittavat Pacinin keräset ja sitä kautta normalisoivat hermoston toiminnan. (Pihlman & Luomala 2016, 61.)

6.7 Vapaat hermopäätteet

Vapailla hermopäätteillä ei ole ympäröivää kapselia (kuvio 12). Niitä on kehossamme mm. ihossa, luukalvossa, syvässä faskiassa ja sisäelinten kalvorakenteissa. Erityisen runsaasti vapaita hermopäätteitä on nivelkapseleissa, joissa ne toimivat proprioseptoreina välittäen tietoa nivelen asennosta. (Martini ym. 2014, 564.) Vapaat hermopäätteet toimivat pääasiassa mekanoreseptoreina, mutta ne ovat muuntumiskykyisiä. Ns. stressihormonien, kortisolin ja adrenaliinin vaikutuksesta vapaat hermopäätteet voivat muuntua nosiseptoreiksi, jolloin mekaaninen tensio aiheuttaa asentotuntemuksen sijaan kipusignaaleja. Tällöin terapialla pyritään ”nollaamaan” hermostoa (hermoston re-aktivaatio) ja manipulaatiossa käytetään poikkeuksellisen kovia hoito-otteita ja tekniikoita. Mikäli vapaiden hermopäätteiden toiminta herkistyy liikaa, seurauksena voi olla kutiamista sellaisilla ihoalueilla, jotka eivät normaalisti reagoisi ärsykkeeseen. (Pihlman & Luomala 2016, 62.)



KUVIO 12. Vapaat hermopäätteet (Snell 2010)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Faskioista on julkaistu tutkimuksia jo 1950-luvulta alkaen. Kahden viimeisen vuosikymmenen aikana mielenkiinto faskioita kohtaan on kasvanut niin alan tutkijoiden, kuin terapeuttien keskuudessa (Stecco & Duparc 2011, 833). Tällä vuosituhanella tutkimustieto faskioista on lisääntynyt ja vuosittain julkaistaan noin tuhat vertaisarvioitua tutkimusta. Useita tutkimusryhmiä, jotka tekevät faskioihin liittyvää tutkimustyötä, löytyy mm. Italiasta, Saksasta, Suomesta, Japanista, Intiasta, Hollanista ja Yhdysvalloista. (Pihlman & Luomala 2016 s 18–19.) Faskioihin kohdistunut ja niitä sivunnut tutkimus on osaltaan tuonut paljon uutta tietoa ihmiskehon toiminnasta, mutta samalla myös herättäneet halua kyseenalaistaa yleisesti hyväksytyjä käsityksiä anatomiasta, fysiologiasta ja etenkin biomekaniikasta (Carvalhais ym. 2013, 1007; Myers 2012, 43; Schleip ym. 2012, 496.)

Tietämys faskioihin kohdistuvien manipulaatioiden vaikutusmekanismeista on vielä pitkälti puutteellinen sekä Suomessa, että myös kansainvälisesti. Liian usein kliinisessä prosessissa terapian tavoitteita ja tuloksia kuvataan abstrakteilla termeillä, kuten ”faskian vapauttaminen”, ”kiinnikkeiden sulattaminen” tai ”arpikudoksen pilkkominen”. Valittujen manipulointitekniikoiden perusteet ja vaikutukset eivät aina käy selväksi itse terapeutille, saati tällöin asiakkaallekaan. Useiden toiminnallisten ongelmien taustalla voivat kuitenkin vaikuttaa muutokset nimenomaan faskiaalisessa kudoksessa. Tästä syystä fysioterapeuttien olisi tärkeää osata faskian anatomiset rakenteet ja ymmärtää niiden dynamiikkaa, sekä myös tietää vähintään perusteet vaikutusmekanismeista niiden manipulaatiotekniikoiden taustalla, joita terapeutti valitsee terapiakäyttöön.

Faskiaan ja sen muokkaamiseen liittyy useita teorioita siitä, mihin manipulaatioiden vaikuttavuus perustuu. Mielenpide-eroja esiintyy myös sen suhteen, voidaanko tavoiteltuja hoitovasteita todellisuudessa ylipäättään saavuttaa faskiaa manipuloimalla. Kaikkia teorioita ei ole voitu luotettavasti uusimpien tutkimustenkaan valossa todentaa ja usein terapeutit nojaavatkin siihen teoriaan, johon heidän oma terapeuttinen tekniikkakoulutus pohjautuu. Asiakkaalle voidaan kuvailla toteutuvaksi esimerkiksi mekaaninen, plastinen, hermostollinen, aineenvaihdunnallinen, nstedynamiikkaan vaikuttava, kehon tensiojärjestelmää normalisoiva, tms. hoitotulos tai näiden eri yhdistelmiä, vaikka tietoa tavoitellun vasteen vaikutusmekanismista ei olisi tiedossa.

Faskian manipulaatiotekniikoiden taustalla vaikuttavista teorioista vanhimpia ja tunnetuimpia liene faskian lepojähmeyteen vaikuttaminen mekaanisesti eli tiksotropia-teoria. Se on todistettu olemassa olevaksi vaikutusmekanismiksi faskioissa pitkällä aikavälillä, mutta lyhyellä aikavälillä vaikutusmekanismista ei ole riittävää näyttöä. Yksi tiksotropiaan perustuvista manipulaatiotekniikoista on biokemisti Ida Rolffin (1896–1979) kehittämä Rolffaus-metodi. Rolffauksen mekaanista vaikutusta faskiaan on tutkittu eliminoimalla anestesiolla keskushermoston vaikutukset vasteista. Tutkimuksessa ei saatu aikaiseksi mekaanista vaikutusta faskiaan. Tiksotropinen vaikutus materiassa on joka tapauksessa vain hetkellinen ja lepojähmeyden palautuminen tapahtuu varsin nopeasti.

Toinen vaikutusmekanismeja selittävä teoria, joka tuli ilmi alan kirjallisuudessa, on piezosähköisyys. Prosessi on tutkimuksissa todettu vaikutusmekanismina liian hitaaksi voidakseen selittää manipulaation lyhyen aikavälin muutoksia faskiassa, eikä riittävää tutkimustietoa vaikutusmekanismista ei ole voitu aukottomasti esittää. Myöskään faskian plasztisuus ja viskoelastiset ominaisuudet eli faskioihin vaikuttaminen venyttämällä ja sen avulla saatavat pituuden muutokset, ovat haastavia tieteellisen todentamisen kannalta. Pysyvän pidentymisen aikaansaamiseksi kollageenisäikeisiin tulisi kohdistaa erittäin voimakas venytys, jolla voidaan saada aikaan kuitenkin vain 3–8% pituuden muutos säikeissä, mikä kuitenkin aiheuttaisi myös kudosten repeytymistä yhdessä tulehdusreaktion kanssa. (Schleib 2013.) Pysyviä muutoksia faskiakudoksessa voidaan saada aikaan rikkomalla yksittäisiä kollageenisäikeitä, mikä aiheuttaa kudoksissa tulehdusreaktion ja edelleen uudelleenrakentumisen. Tähän prosessiin tarvittaisiin tutkimusten mukaan kuitenkin noin 50–115kg suuruinen voima, jollaista ei perinteisissä manuaalisissa manipulaatioissa ole käytettävissä, saati, että se olisi mielekästä.

Monet matemaattiset mallit faskiaan kohdistuvien manipulaatioiden mahdollisuuksista ovat todenneet niiden olevan (ainakin manuaalisilla tekniikoilla) mahdottomia, muiden kuin neurosensitiivisten vaikutusmekanismien osalta. Terapeuttien palpoimalla tuntemat muutokset kudoksissa terapian aikana ja heti sen jälkeen johtuvat useiden tutkimusten mukaan pääasiallisesti neurosensitiivisistä vaikutusmekanismeista ja refleksiivisistä muutoksista. Schleib oli tehnyt vuonna 1989 tutkimusta, jossa hän suoritti faskia käsittelyä anestesiassa olleelle tutkimushenkilölle. Potilaan hermoston ollessa ns. ”sammutettuna”, ei kudokset reagoineet faskia käsittelyyn samalla tavalla, kuin hermoston toimiessa normaalisti. Schleib kuvailikin käsittelyn tuottaneen hyvin samankaltaisia tuloksia, kuin kuolleen eläimen tuoretta lihaa manuaalisesti käsiteltäessä. (Schleib 2003, 12–13.)

Faskiaan liittyviä tutkimuksia on saatavilla runsain määrin, mutta vaikutusmekanismien teoreettisten taustojen osalta iso osa on vielä näyttöön perustuvuuden osalta todentamaton, tutkinnan alla olevaa tietoa, siksi näiden osalta johtopäätösten suhteen on oltava vielä kriittinen. Tällä hetkellä ei voida aivan täydellä varmuudella sanoa, mikä tai mitkä mekanismit saavat muutokset faskiassa aikaan. Tutkijoiden keskuudessa ollaan edelleen erimielisiä siitä, voiko faskiaa terapeuttisesti muokata ja missä määrin, vai perustuuko vaikutukset ainoastaan hermostollisiin seikkoihin. Johtopäätöksiä ei voida etenkin tapaututkimusten osalta yleistää. Faskioiden neurosensitiivisyys ja hermostolliset vaikutusmekanismit näyttäisivät tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella olevan faskiaalisten manipulaatioiden vaikutusmekanismeista tutkimuksellisesti todennetuimpia, vaikka nekin ovat osaltaan vielä pitkälti kartoittamaton tutkimusalue.

Tutkimusten aihepiirit sekä kestot ovat suurimmalta osaltaan yhteneviä, mutta pidempikestoisten tutkimusten sekä tulosten pysyvyyden suhteen tutkimustieto on vielä vähäistä, riittämätöntä tai laadultaan kyseenalaista. Yksi haasteista on, että faskioihin kohdistuva tutkimus on edelleen painottunut anatomiaan, vaikka toiminnallista määrittelyä tarvittaisiin huomattavasti enemmän. Vaikutusmekanismien taustateorioiden ja ennen kaikkea myös niiden tutkimuksellisten puutteiden tiedostaminen auttaa ymmärtämään faskioihin liittyvää ilmiötä realistisemmin.

Fysioterapeutin toiminnan tulisi kliinisen kokemuksen ja asiakkaan käsitysten ohella pohjautua todennettuun, tieteelliseen tutkimustietoon. Suositus on, että faskiaan kohdistuviin manipulaatioihin tulee hoitovaihtoehtona suhtautua vielä kriittisesti, joskin avoimesti. Lisätutkimuksia aiheesta kaivataan, myös hermostollisesta näkökulmasta. Tutkimusten luotettavuuden tueksi tarvitaan lisää kuvantamismenetelmien käyttöä, laajempia tutkimusjoukkoja, tutkimuksia elävillä koehenkilöillä sekä kontrolliryhmiä. Kun ollaan tekemisissä elävän ihmisen kanssa, täytyy myös aina huomioida, että kaikki vaikuttaa kaikkeen, ihminen on psykofyysissosiaalinen kokonaisuus.

8 POHDINTA

8.1 Tavoitteen ja tarkoituksen toteutuminen

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia faskioiden hermoanatomiaa, faskioita neurosensitiivisenä elimenä sekä faskiaalisten manipulaatioiden vaikutusmekanismeja erityisesti faskioiden hermotuksen näkökulmasta. Aiempaan tutkimustietoon pohjautuen toteutettiin kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Koen, että olen saanut koottua varsin kattavan tietopaketin faskioiden anatomiasta, rakenteesta sekä hermotuksesta. Vielä tarkempaa tutkimusta olisin halunnut toteuttaa manipulaatioiden vaikutusmekanismeista yleisemmin, mutta aiheen rajauksen vuoksi olen koittanut pitäytyä sen osalta hermostollisessa näkökulmassa.

En saanut pidettyä teoriapohjaa tiiviinä, mutta toisaalta priorisoin informatiivisuutta, mitä myös valitsemani metodi tukee. Työssä on hyödynnetty kuvia lisäämään tekstin ymmärrettävyyttä ja selkeyttä. Opinnäytetyöhön olen tiivistänyt tietoa lähes 70 lukemastani tutkimuksesta. Toivon, että työ tarjoaa lukijalle myös kannustimen huomioida faskiat kliinisessä fysioterapiaprosessissa sekä haastaa käytettäviä terapiamenetelmiä huomioimaan faskioiden neurosensitiiviset ominaisuudet.

8.2 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Faskioista on viime vuosina ilmestynyt runsaasti uutta tutkimustietoa, mutta siitä huolimatta useat vanhat tutkimukset ovat edelleen valideja. Työssä käytetyt lähteet ovat luotettavia ja laadukkaita, pääasiassa 2000-luvulla julkaistuja, joitain vanhempia alan primäärilähteitä lukuun ottamatta. Käytin tiedonhakuun useita eri tietokantoja sekä kirjallisia lähteitä, koittaen saada teoriapohjan mahdollisimman laajaksi ja useampia näkökulmia tarjoavaksi. Pääosa tutkimustiedosta oli englanninkielistä, mikä ei sinänsä tutkimusmielessä tuottanut haasteita, sen sijaan sisällöllisesti tarkkojen käännösten tekeminen oli ajoittain haastavaa. On toki harmillista, että suomenkielistä kirjallisuutta aiheesta on vielä varsin vähän.

Pyrin noudattamaan opinnäytetyöni prosessissa hyvää tieteellistä käytäntöä seuraamalla eettisen tutkimuksen ohjeistusta (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2009) mahdollisimman tarkasti, jotta opinnäytetyöni tuotosta voitaisiin pitää luotettavana, avoimena ja rehellisenä. Pyrin soveltamaan tieteellisen tutkimuksen kriteerien mukaisia ja eettisesti kestäviä tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmiä, jotta tekemäni tutkimus olisi todennettu ja myös toistettavissa. Yritin parhaani mukaan noudattaa huolellisuutta ja tarkkuutta valitsemieni tutkimusten läpikäynnissä, tallentamisessa sekä niiden sisällön ja tulosten esittämisessä ja arvioinnissa. Huolellisuus ja tarkkuus lähdeaineiston käsittelyssä vaati erityistä huomiota, sillä prosessi eteni vaiheissa ja ajoittaiset pitkätkin tauot tutkimus- ja kirjoitustyössä vaativat aineiston kertausta, löydöksiin palaamista ja tiedon tarkistamista useita kertoja.

Pyrin muiden tutkijoiden työn ja saavutuksien asianmukaiseen huomioon ottamiseen ja mahdollisimman tarkasti oikeaoppiseen viittaamiseen. Tutkimuksen suunnittelu, toteutus ja raportointi noudattivat oppilaitoksemme tieteelliselle tiedolle asetettuja vaatimuksia, vaikka prosessi ei osaltani ollutkaan aina täysin sujuva ja metodologisesti oikeassa järjestyksessä etenevä.

8.3 Opinnäytetyöprosessi ja oma oppiminen

Valitsin opinnäytetyön aiheen oman mielenkiinnon perusteella. Kiinnostuin faskioista jo ennen fysioterapiaopintoja, toimiessani liikunnan ja kilpaurheilun, etenkin hevosurheilun parissa. Fysioterapiaopintojen aikana kiinnostus faskioita kohtaan kasvoi entisestään ja laajeni myös koskemaan faskioiden neuraalisia yhteyksiä, mm. kliinisten harjoittelujaksojen aikana saamieni asiakaskokemusten kautta. Kaikkiaan vuoden mittainen, loppuvaiheessa hyvinkin intensiivinen opinnäytetyöprosessi syvensi anatomian, fysiologian, biomekaniikan sekä myös tutkimusmetodiikan osaamistani paljon laajemmin, kuin osasin etukäteen arvioida.

Löysin kattavasti tietoa faskioiden anatomiasta, rakenteesta ja manipulaatioista ja syvensin tietämystäni huomattavasti myös aiheeseen liittyvästä fysiologiasta. Varsinaisen opinnäytetyöaiheen suhteen tutkimuksia löytyi tutkimuksellisesti riittävä määrä. Kaiken kaikkiaan lähes vuoden kestänyt prosessi syvensi anatomian ja fysiologian osaamistani, mikä

varmasti auttaa minua tulevissa terapiatilanteissa. Opin paljon uutta myös tutkimusmetodiikasta. Suunnittelen erikoistumista neurologiseen kuntoutukseen, joten faskioiden hermotukseen perehtyminen oli itselleni paitsi motivoiva aihe, niin se myös tuki ammatillista kehittymistäni.

8.4 Opinnäytetyön hyödynnettävyys ja jatkotutkimusehdotukset

Tulevaisuudessa faskioiden hermotuksen ja neurosensitiivisyyden tutkimuksen tulisi mielestäni keskittyä suurempiin ja metodologisesti parempiin tutkimuksiin, joissa faskiaalisia manipulaatioiden vaikutusmekanismeja verrataan eri terapiamuotoihin ja myös toisiinsa. Pidempiä seuranta-aikoja tarvittaisiin ja myös vaikutusmekanismin fysiologisen muutoksen kuvantaminen olisi hyvä saada mukaan tutkimuksiin. Yksi tutkimusaihe voisi olla esimerkiksi faskiaalisten manipulaatiometodien vertaileva yhteenveto suhteessa muihin terapiamuotoihin. Olisi myös mielenkiintoista saada tietoa, kuinka faskioiden neurosensitiivisyyttä voitaisiin käyttää hyödyksi neurologisessa kuntoutuksessa.

Faskian manipulaatio- ja käsittelytaidot korostuvat varmasti tulevaisuudessa. Siksi fysioterapiaopiskelijoiden olisi jo peruskoulutusvaiheessa tärkeää saada aiheesta riittävästi tietoa sekä myös käytännön harjoitusta. Tätä opinnäytetyötä voisi mahdollisesti hyödyntää TAMK:n faskioihin liittyvän koulutusmateriaalin koostamisessa. Tähän opinnäytetyöhön olen tiivistänyt uusimpien tutkimusten ja teosten sisältöjä faskioista ja toivon, että työni houkuttelee huomioimaan aktiivisesti myös faskiat fysioterapian kliinisessä prosessissa.

LÄHTEET

- Abbott, J.H., Robertson, M.C., Chapple, C., Pinto, D., Wright, A.A., Leon de la Barra, S., Baxter, G.D., Theis, J.C., Campbell, A.J.; MOA Trial team 2013. Manual therapy, exercise therapy, or both, in addition to usual care, for osteoarthritis of the hip or knee: a randomized controlled trial. 1: clinical effectiveness. *Osteoarthritis Cartilage*. 21 (4), 525–34.
- Adstrum, S., Hedley, G., Schleip, R., Stecco, C., Yucesoy, C.A. 2017. Defining the fascial system. Fascia nomenclature sub-committee report in *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 21 (1), 173–177
- Alter, M. J. 2004. *Science of flexibility*. 3. painos. Human kinetics. Champaign, IL, USA: Sheridan books.
- 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.
- Bodytech 2017. Tulevat koulutukset. Viitattu 23.8.2017. Saatavilla: <http://bodytech.pro/fi/bodytech-utbildningar/>
- Bove, G. & Chapelle, S. 2012. Visceral mobilization can lyse and prevent peritoneal adhesions in a rat model. *J Bodyw Mov Ther*. 16 (1), 76–82.
- Chaitow, L. 2013 (4. painos). *Muscle Energy Techniques*, 3. painos. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Carvalhais VO, Ocarino J de M, Araújo VL, Souza TR, Silva PL, Fonseca ST. 2013. Myofascial force transmission between the latissimus dorsi and gluteus maximus muscles: an in vivo experiment. *J Biomech*. 2013 Mar 15;46(5):1003-7.
- Curwin, S. 2005. *Joint Structure and Function*. Teoksessa Levangie, P. K. & Norkin, C.C. *Joint Structure & Function. A Comprehensive Analysis*. 4. painos. Philadelphia: F.A. Davis Company, 72–77, 87–89.
- Pulse Biology. N.d. Luettu 14.9.2017. Saatavilla: <http://pulsebiology.blogspot.fi/2015/09/weekly-anatomy-pacinian-corporuscle.html>
- Emary, P. 2012. Use of post-isometric relaxation in the chiropractic management of a 55-year-old man with cervical radiculopathy. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 56 (1), 9–17.
- Engeln, H. 1994. Konzert der Muskeln und Sinne. *GEO Wissen*, 1 (3), 90–97.
- Enoka, R. M. 2002. *Neuromechanics of human movement*. 3. painos. ISBN: 0-7360-0251-0.
- Findley, T.W. 2011. Fascia Research from a Clinician/Scientist’s Perspective. *International Journal of Therapeutic Massage & Bodywork* 4 (4), 1–6.

FYSI ry. 2017 Viitattu: 23.8.2017.

Saatavilla: [http://www.fysi.fi/koulutus/koulutuskalenteri/cat.listevents/2017/08/23/-](http://www.fysi.fi/koulutus/koulutuskalenteri/cat.listevents/2017/08/23/)

Gibson, W., Arendt-Nielsen, L., Taguchi, T., Mizumura, K., Graven-Nielsen, T. 2009. Increased pain from muscle fascia following eccentric exercise: animal and human findings. *Experimental Brain Research*. 194 (2), 299-308

Goldmann, W. H. 2012. Mechanotransduction in cells. *Cell Biology International*, 36, 567–570.

Gray, H. 1918. *Henry Gray's Anatomy of the Human Body*. 20th ed., rev. and re-edited by Warren H. Lewis. Philadelphia: Lea & Febiger, 1918.

Grimm, D. 2007. Cell Biology Meets Rolfing. *Science* 23, (318) 5854, 1234–1235

Grinnell, F., & Petroll, W. 2010. Cell motility and mechanics in three-dimensional collagen matrices. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 26, 335–61.

Guimberteau, J.C., Delage, J. P., McGrouther, D. A., Wong, J. K. 2010. The microvacuolar system: how connective tissue sliding works. *J Hand Surg, Eur.* 35 (8), 614–622

Hall, S. J. 2012. *Basic biomechanics*. 6. painos. New York: McGraw-Hill Companies.

Hamill, J. & Knutzen, K. M. 2009. *Biomechanical Basics of human movement*. 3. painos. USA: Lippincott, Williams & Wilkins.

Hedley, G. 2012. Fascia science and clinical applications: editorial. (16) 4, 494–495.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2010. *Tutki ja kirjoita*. 15.–16. Helsinki: Tammi.

Honkanen T. 2013. Luettu 2.6.2017. Saatavilla: <http://osteopaatti.blogspot.fi/2013/09/ihohermot-ihon-mekaaniset-reseptorit.html>

Hoppe, K., Schleip, R., Lehmann-Horn, F., Jäger, H. & Klingler, W. 2014. Contractile elements in muscular fascial tissue - implications for in-vitro contracture testing for malignant hyperthermia *Anaesthesia*. (69) 9, 1002–8.

Huijing, P.A., & Langevin, H. 2009. Communicating about fascia: History, pitfalls and recommendations. In P.A. Huijing et al. (Eds.), *Fascia Research II: Basic Science and Implications for Conventional and Complementary Health Care*. Munich, Germany: Elsevier GmbH.

Ingber, D. 2008. Tensegrity and mechanotransduction. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 12 (3), 198–200.

Ingraham, P. 2013. Does Fascia Matter? A detailed critical analysis of the clinical relevance of fascia science and fascia properties. *PainScience.com*
Viitattu 4.4.2017. Saatavilla: <http://saveyourself.ca/articles/doesfascia-matter.php>

- Jami L., Petit J., Zytnicki D., Horcholle-Bossavit G. 1992. Unloading: a reason why individual Golgi tendon organs cannot measure muscle force. Teoksessa: Jami L, Pierrot-Deseilligny E, Zytnicki D. *Muscle Afferents and Spinal Control of Movement*. Oxford: Pergamon; 1992, 71–76.
- Kantola T. & Tolvanen R. 2014. Pelastajan työkykyä ylläpitävä myofaskiaalinen liikkuvuusharjoittelu: opas Päijät-Hämeen pelastuslaitokselle. Lahden ammattikorkeakoulu
- Karppinen J. 2015. Manuaalisten myofaskiaalisten tekniikoiden vaikutus fysioterapiatulkseen: systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Turun ammattikorkeakoulu
- Kumka M., Bonar J. 2012. Fascia: a morphological description and classification system based on a literature review. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*. 56 (3), 179–191.
- Lahtinen-Suopanki, T. 2012. Sidekudos - koko kehon kattava viestiverkko. *Fysioterapia-lehti* 7/2012, 27–31.
- Lampen S., Melkkilä E. & Musikka K. 2016. MET-tekniikoiden käyttö alaselkävivun hoidossa: opas fysioterapeuttiopiskelijoille. Metropolia Ammattikorkeakoulu
- Lancerotto, L., Stecco, C., Macchi, V., Porzionato, Stecco, A., De Caro, R. 2011. Layers of the abdominal wall: anatomical investigation of subcutaneous tissue and superficial fascia. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 33 (10), 835–842
- Langevin, H. 2006. Connective tissue: A body-wide signaling network? *Medical Hypotheses*. 66 (6), 1074–77.
- Langevin, H., Bouffard, N.A., Fox, J.R., Palmer, B.M., Wu, J., Iatridis, J.C., Barnes, W.D., Badger, G.J., Howe, A.K. 2010. Fibroblast cytoskeletal remodeling contributes to connective tissue tension. *Journal of Cellular Physiology* (5) 226, 1166-75.
- Langevin, H.; Nedergaard, M. & Howe, A. 2013. Cellular control of connective tissue matrix tension. *J Cell Biochem*. (8) 114, 1714–9...
- Levy, M. N., Koepfen, B. M. & Stanton, B. A. 2006. *Principles of physiology*. 4. painos. St Louis: Mosby.
- Li, B. & Wang, J. 2011. Fibroblasts and myofibroblasts in wound healing: Force generation and measurement. *J Tissue Viability*. (4) 20, 108–200
- Magee D.J., J.E., Quillen W.S. 2007. *Scientific foundations and principles of practice in musculoskeletal rehabilitation*. St Louis, 2007, 533
- Martin RL, Davenport TE, Reischl SF, McPoil TG, Matheson JW, Wukich DK, McDonough CM. 2014. American Physical Therapy Association. 2014. Heel pain-plantar fasciitis: revision. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, (44) 11, A1–A33
- McAnulty R.J. 2007. Fibroblasts and myofibroblasts: their source, function and role in disease. *Int J Biochem Cell Biol*. (4) 39, 666–71...

- Medical Dictionary. N.d. Luettu 8.6.2017. Ladattu 8.6.2017. Saatavilla: <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/areolar+tissue>
- Myers, T.W. 2012 (uud. p). Anatomy Trains- Myofaskiaaliset meridiaanit kuntoutuksen ja liikunnan ammattilaisille ja opiskelijoille. Lahti: VK- Kustannus Oy
- Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A., Björkqvist, S-E. 1997. Ihmisen fysiologia ja Anatomia, ISBN 951-0-16801-7
- Nordqvist A. 2017. Tapaustutkimus ohjatun faskiakäsittelyn ja venyttelyn vaikutuksista liikkuvuuteen. Satakunnan ammattikorkeakoulu
- Page, P. 2012. Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. International Journal of Sports Physical Therapy 7 (1), 109–119.
- Pihlman, M. & Luomala, T. 2016. Faskia – terapian ja liikkeen näkökulmasta. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Purslow, P.P. 2012. New developments on the role of intramuscular connective tissue in meat toughness. Annu Rev Food Sci Technol. 5, 133–53.
- Retkeilyn ABC. Luontoon.fi. N.d. Luettu 8.6.2017. Ladattu 8.6.2017. Saatavilla: <http://www.luontoon.fi/retkeilynabc/varusteet/majoitteet/teltat/telttatyytit>
- Richter, P. & Hebgen, E. 2010. Triggerpisteet ja lihastoimintaketjut osteopatiassa ja manuaalisessa terapiassa. 2. painos. Lahti: VK-kustannus Oy.
- Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus. Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. Opetusjulkaisuja.
- Schleip, R. 2003a. Fascial Plasticity - a new neurobiological explanation Part1. J Body Mov Ther. 1 (7), 11–19.
- Schleip, R. 2003b. Fascial Plasticity - a new neurobiological explanation Part2. J Body Mov Ther. 2 (7), 104–116.
- Schleip, R. 2012. Fascia as a sensory organ - A target of myofascia manipulation. Teoksessa Dalton, E. Dynamic body - Exploring form - Expanding function. Freedom from pain Institute, 145 – 151.
- Schleib, R. 2013. Fascia as sensory organ. A target of myofascial manipulation, teoksessa Dynamic Body: Exploring Form, Expanding Function. Oklahoma City, OK: Freedom From Pain Institutute, 137–164.
- Schleib, R. 2015. Fascia in Sport and Movement. Amanda Baker (Assistant Editor). Englanti, ISBN 978-1-909141-07-0
- Schleip, R. & Müller, D.G. 2013. Training principles for fascial connective tissues: Scientific foundation and suggested practical applications. Journal of bodywork & movement therapies, 1–13.

Schleip, R., Findley, T. W., Chaitow, L. & Huijing, P. A. 2012. *Fascia: The Tensional Network of the Human Body – The science and clinical applications in manual and movement therapy*. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier.

Schleip R, Klingler W, Lehmann-Horn F 2005. Active fascial contractility: fascia may be able to contract in a smooth muscle-like manner and thereby influence musculoskeletal dynamics. *Med Hypotheses* 2005; 65:273–277

Schultz, R. L., Feitis, R., Thompson, R. 1996. *The Endless Web: Fascial Anatomy and Physical Reality*. North Atlantic Books.

Sherwood, L. 2010. *Human Physiology: from cells to systems*. St. Paul: West Pub. Co., c1989.

SISC (Società Italiana per lo Studio del Connettivo). N. D. Viitattu 22.8.2017. Saata-villa: <http://www-3.unipv.it/sisc/welcome.php>

Snell, Richard S. 2010. *Clinical Neuroanatomy*. 7th Edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.

SOMTY. 2017. SOMTY:n kurssikalenteri 2017. Viitattu 23.8.2017. Saatavilla: <http://www.omt.org/index.php/fi/kurssikalenteri>

Stecco A, Gilliar W, Hill R, Fullerton B, Stecco C. 2013. The anatomical and functional relation between gluteus maximus and fascia lata. *J Bodyw Mov Ther*. 2013 Oct;17 (4): 512-7.

Stecco A., Macchi, V., Masiero, S., Porzionato, A., Tiengo, C., Stecco, C., Delmas, V. & De Caro, R. 2008. Pectoral and femoral fasciae: common aspects and regional specializations. *Surgical and radiologic anatomy* 31: 35–42.

Stecco A., Stern R, Fantoni I., De Caro R., Stecco C. 2015. Fascial Disorders: Implications for Treatment. *PM R*. 8 (2):161-8.

Stecco, C. & Duparc, F. 2011. Fasciae anatomy. *Surg Radiol Anat*. 33 (10). 833–4.

Stecco, C. & Stecco, L. 2009. *Fascial Manipulation Practical Part*. Piccin, 2009.

Stecco, C., Macchi, Veronica, Porzionato, Andrea, Duparc, Fabrice & De Caro, Raffaele. 2009. Treatment of phantom-limb pain according to the fascial manipulation technique: A pilot study. In P.A. Huijing et al. (Eds.), *Fascia Research II: Basic Science and Implications for Conventional and Complementary Health Care*. Munich, Germany: Elsevier GmbH.

Stecco, C., Macchi, Veronica, Porzionato, Andrea, Duparc, Fabrice & De Caro, Raffaele 2011. The fascia: The forgotten structure. *Italian journal of anatomy and embryology* 3, 127–138.

Stillwell, D.L. 1957. Regional variations in the innervation of deep fasciae and aponeuroses. *The Anatomical Record*, 127 (4): 635–53.

Tesarz, J., Hoheisel, U., Wiedenhöfer, B., Mense, S. 2011. Sensory innervation of the thoracolumbar fascia in rats and humans. *Neuroscience*, (194) 0, 302–308

The BioMag Laboratory, Brain Course. Nd. Luettu 3.4.2017. Saatavilla: <https://www.biomag.hus.fi/braincourse/L6.html>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2009. Humanistisen, yhteiskuntatieteellisen ja käytäytymistieteellisen tutkimuksen eettiset periaatteet ja ehdotus eettisen järjestämiseksi. Viitattu: 3.5.2017. Saatavilla: <http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/eettisetperiaatteet.pdf>

Tortora, G. J. 2012. *Principles of anatomy & physiology*. 13. painos. USA: Wiley.

University of Washington. Nd. Web Faculty. Luettu 3.4.2017. Saatavilla: <https://faculty.washington.edu/chudler/receptor.html>

Van den Berg, F. 2012. Extracellular matrix. Teoksessa Schleip R.; Findley T.; Chaitow L. & Huijing, P. (toim.) *Fascia: The Tensional Network of the Human Body*. Edinburgh: Elsevier Ltd.

Van der Wal, J. 2009 The architecture of the connective tissue in the musculoskeletal system: An often overlooked functional parameter as to proprioception in the locomotor apparatus. In P.A. Huijing et al. (Eds), *Fascia Research II: Basic Science and Implications for Conventional and Complementary Health Care*. Munich, Germany: Elsevier GmbH.

Van der Wal, J. 2012 Theory of membrane capacitive deionization including the effect of the electrode pore space. PM Biesheuvel, R Zhao, S Porada,

Viitanen J. 2014. Faskia ja myofaskiaalisen käsittelyn vaikutukset: Foamroller itsehoitovälineenä myofaskiaalisessa käsittelyssä. Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Virtanen T. 2016. Faskian ominaisuuksien hyödyntäminen asiakkaan liikkeen ja liikkumisen edistämiseksi. Laurea-ammattikorkeakoulu

Weppeler CH, Magnusson SP. 2010. Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation? *Phys Ther*. 2010 Mar;90 (3):438-49.

Willard, F.H. 2012. Somatic fascia, 15–16. Teoksessa Schleip, R., ym. 2012. *Fascia: The Tensional Network of the Human Body: The Science and Clinical Applications in Manual and Movement Therapy*. Churchill Livingstone, 11 – 17.

Williams, G. N. & Krishnan, C. 2007. Articular Neurophysiology and Sensorimotor Control. Teoksessa Magee, D. J., Zachazewski, J. E. & Quillen, W. S. *Scientific foundations and principles of practice in musculoskeletal rehabilitation*. St. Louis: Saunders Elsevier.

Yahia LH, Pigeon, P. & DesRosiers, E.A. 1993. Viscoelastic properties of the human lumbodorsal fascia. *J Biomed Eng* 15, 425–429.

Zachazewski, J. E. 2007. Range of motion and flexibility. Teoksessa Magee, D. J., Zachazewski, J. E. & Quillen, W. S. *Scientific foundations and principles of practice in musculoskeletal rehabilitation*. St. Louis: Saunders Elsevier.