



Patella tendinopatian terapeuttinen harjoittelu – näkökulmana eksentrisen ja heavy slow resistance harjoittelu
kivun lievityksen tehokkuudessa

Niko Kärkkäinen

2021 Laurea



Laurea-ammattikorkeakoulu

Patella tendinopatian terapeuttinen harjoittelu – näkökulmana eksentrisen ja heavy slow resistance harjoittelu kivun lievityksen tehokkuudessa

Niko Kärkkäinen
Fysioterapeutti AMK
Opinnäytetyö
Toukokuu, 2021

Niko Kärkkäinen

Patella tendinopatian terapeuttinen harjoittelu - näkökulmana eksentrisen ja heavy slow resistance harjoittelu kivun lievityksen tehokkuudessa

Vuosi 2021 Sivumäärä 95

Patella tendinopatia on polven etuosan kiputila, joka paikantuu yleisimmiten patella jänteen proksimaaliseen kiinnityskohtaan. Oireet kehittyvät yleensä voimakkaista ja toistuvista ponnistuksista jänteen ylikuormituksen seurauksena. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää eksentrisen ja heavy slow resistance (HSR) harjoittelun tehokkuutta kivun lievityksessä patella tendinopatian kuntoutuksessa terapeuttisen harjoittelun aikana. Työn tavoitteena on vertailla harjoitusmenetelmien tehokkuutta kivun lievityksessä patella tendinopatian terapeuttisessa harjoittelussa. Opinnäytetyön tutkimuskysymyksenä oli: miten eksentrisen ja HSR-harjoittelu tutkimusten mukaan eroavat kivun lievityksen tehokkuudessa patella tendinopatian kuntoutuksen aikana.

Työn keskeisiin käsitteisiin sisältyivät kipu, polven rakenne ja toiminta, jänteen rakenne ja ominaisuudet, patella tendinopatia, kuormituksen sietokyky, jänteen patologia, patella tendinopatian terapeuttinen harjoittelu. Tutkimusmenetelmänä käytettiin kartoitettavaa kirjallisuuskatsausta. Aineisto kerättiin helmikuussa 2021 tietokannoista: Cochrane, ScienceDirect, SportDiscus ja PubMed.

Kirjallisuuskatsauksen mukaan eksentrisen ja heavy slow resistance (HSR) harjoittelun kivun lievityksen tehokkuudessa ja polven toimintakyvyn parantamisessa ei ilmennyt tilastollisesti (VISA-P) merkittävää eroa. Kirjallisuuskatsauksen perusteella patella tendinopatian kivun lievitykseen tähtäävässä terapeuttisessa harjoittelussa voidaan käyttää eksentristen harjoitusten sijaan myös HSR-harjoittelua. Jatkotutkimuksina suositellaan harjoitusmuotojen vertaamista keskenään samalla kuormituksen suuruudella ja kestolla vaihtelevin annosteluin.

Asiasanat: patella tendinopatia, kipu, eksentrisen harjoittelu, heavy slow resistance harjoittelu

Niko Kärkkäinen

Therapeutic training for patella tendinopathy - from the perspective of eccentric and heavy slow resistance training in the effectiveness of pain relief

Year

2021

Pages

95

Patellar tendinopathy is a pain condition of the anterior side of the knee that is most commonly located at the proximal attachment site of the patellar tendon. Symptoms usually develop from intense and repetitive strains as a result of tendon overload. The purpose of this thesis is to investigate the effectiveness of eccentric and heavy slow resistance (HSR) training in pain relief in the rehabilitation of patellar tendinopathy during therapeutic training. The aim of the thesis is to compare the effectiveness of training methods in pain relief in the therapeutic practice of patellar tendinopathy. The research question of the thesis was: how do eccentric and HSR training differ in the effectiveness of pain relief during patellar tendinopathy rehabilitation.

The key concepts of the thesis included pain, the structure and function of the knee, the structure and properties of the tendon, patellar tendinopathy, load tolerance, tendon pathology and therapeutic training of patellar tendinopathy. A literature review was used as the research method. The data was collected in February 2021 from databases: Cochrane, ScienceDirect, SportDiscus, and PubMed.

According to the literature review, there was no statistically significant difference (VISA-P) in the effectiveness of eccentric and heavy slow resistance (HSR) training on the improvement of pain relief and knee functioning. Based on the literature review, HSR training can be used instead of eccentric exercises in therapeutic practice aimed at relieving the pain of patellar tendinopathy. For further studies, it is recommended to compare exercise methods with the same amount of load and duration of exercise at varying doses.

Keywords: patellar tendinopathy, pain, eccentric training, heavy slow resistance training

Sisällys

1	Johdanto	7
2	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymys.....	8
3	Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys ja keskeisimmät käsitteet	9
4	Kipu	9
4.1	Kivun kansainvälinen määritelmä ja biopsykososiaalinen malli	10
4.2	Kivun jaottelu	11
4.3	Kivun fysiologiaa	12
4.3.1	Kudosvaurion aistimisen vaiheet	12
4.3.2	Jännekipu.....	13
4.3.3	Kipumekanismit tendinopatian taustalla.....	14
4.3.4	Mistä jänteen kipu on peräisin?.....	14
5	Polven rakenne ja toiminta.....	15
5.1	Polvinivelen luinen rakenne ja sidekudosrakenteet	16
5.2	Polvinivelen toimintaan vaikuttava lihaksisto	18
5.3	Polven verenkierto ja hermotus.....	20
6	Jänteen rakenne ja ominaisuudet	20
6.1	Jänteen rakenne ja biomekaniikka	21
6.2	Jänteen hermotus ja verenkierto	24
6.3	Jänteen paranemisprosessi.....	25
6.4	Sidekudos ja faskia osana jänteen toimintaa	26
7	Patella tendinopatia	27
7.1	Patella tendinopatian oireet ja diagnoosi	28
7.2	Kipukäyttäytyminen	29
7.3	Hyppääjän polvi vai laskeutujan polvi?	29
7.4	Kivun ärtyneisyyden arviointi ja VISA-P	30
8	Kuormituksen sietokyky	31
8.1	Jänteen adaptaatio kuormitukseen.....	33
8.2	Harjoittelun ja kivun välinen suhde	34
8.3	Patella tendinopatian kuormituksen sietokyvyn testaus.....	34
9	Jänteen patologia	35
9.1	Jatkumomalli, tendinopatian patoetiologisenä mallina.....	36
9.2	Rakenteiden, kivun ja toimintakyvyn suhde toisiinsa	38
9.3	Kuormituksen hoitovaste osa adaptiivista vai patologista muutosprosessia?.....	39
9.4	Yhteenveto jänteen patologiasta	39
10	Patella tendinopatian terapeuttinen harjoittelu	41
10.1	Lihaskuormituksen harjoittelun lihastyömuodot	42

10.2	Harjoittelun vaikutuksia jänteeseen	44
10.3	Neuromuskulaarinen adaptaatio voimaharjoitteluun.....	47
10.4	Harjoittelun frekvenssi perustuen kollageenin nettosynteesiin	48
10.5	Harjoittelun progressiivisuus.....	49
10.6	Harjoittelun 4 vaiheinen progressiivinen protokolla.....	50
11	Kartoittava kirjallisuuskatsaus	59
12	Tulokset	63
13	Johtopäätökset	71
14	Pohdinta.....	72
14.1	Tulosten pohdinta.....	72
14.2	Eettisyys ja luotettavuus	80
14.3	Jatkotutkimusehdotukset.....	82
	Lähteet	84
	Kuviot	90
	Taulukot	90
	Liitteet.....	91

1 Johdanto

Patella tendinopatia ilmenee tyypillisesti polven etuosan kipuna, joka paikantuu polvilumpion eli patellan alaosaan, patellajänteen kiinnityskohtaan. Blazina ym. ovat esittäneet termin "hyppääjän polvi" ensimmäisen kerran jo vuonna 1973, ja tällä termillä he ovat kuvanneet erityisesti hyppäävien urheilijoiden kiputilaa. (Aicale, Oliviero & Maffulli 2020, 5.) Termi "tendinopatia" viittaa kliiniseen tilaan, jolle on tunnusomaista kipu, turvotus sekä jänteiden ja muiden läheisten rakenteiden toiminnalliset rajoitukset (Aicale ym. 2020, 1). Patella tendinopatia tunnetaan kivuliaana polvivammana, joka ilmenee yllärasituksen seurauksena erityisesti paljon voimakkaita hyppyjä suorittavilla urheilijoilla (Gaida & Cook 2011, 255). Ominaista patella tendinopatiale on kipu hyppyjen ja niistä laskeutumisten yhteydessä, ja näin ollen se vaikuttaa urheilijoiden kykyyn osallistua hyppäämistä vaativaan urheiluun. Aktiivisia hoitovaihtoehtoja tarvitaan, koska tietenkään ei ole toivottavaa, että urheilijoille tulee pitkiä taukoja harjoittelusta. Toisaalta lepo ei myöskään tutkimusten mukaan vaikuta olevan tehokas hoitokeino patella tendinopatiaan. (Gaida & Cook 2011, 255.)

Patella tendinopatia on yleinen vaiva esimerkiksi lentopalloilijoilla ja koripalloilijoilla (Aicale ym. 2020, 5), joilla sen esiintyvyys on huipputasoin koripalloilijoilla 45 % ja lentopalloilijoilla 32 %. Näistä urheilijoista vain hieman alle puolet pystyivät palaamaan 12 kuukauden aktiivisen kuntoutuksen jälkeen täydelle aktiivisuustasolle ilman kipua. (Muaidi, 2020, 535.) Voidaan todeta, että patella tendinopatia ei ole helposti kuntoutettava ja parantuva vaiva. Lepo urheilusta voi vähentää oireita, mutta oireet palaavat usein takaisin tai jopa pahenevat, kun urheilija palaa takaisin täysipainoisen harjoittelun pariin. Itse asiassa yli puolet tämän vamman omaavista urheilijoista joutuvat vetäytymään jopa kokonaan urheilijan aktiiviurastaan. Tutkimusten mukaan on havaittu, että urheilu-uran lopettamisesta riippumatta heillä on edelleen kipuja erilaisissa arjen toiminnoissa, kun heitä tutkittiin 15 vuotta myöhemmin. Tämän vuoksi olisikin ensisijaisen tärkeää tunnistaa hoidot, jotka voivat vähentää kipua ja antaa mahdollisuuden palata urheiluun. (Gaida & Cook 2011, 255.)

Urheilijoiden lisäksi tendinopatiaa voi esiintyä usein myös keski-ikäisillä ylipainoisilla potilailla. Tendinopatiat aiheuttavat merkittävää sairastuvuutta ja tällä hetkellä tieteellisesti todistettuja kuntoutustapoja on vain rajatusti olemassa. Patellajänne vaikuttaa olevan yksi loukkaantumisherkimpiä jänteitä ja se lukeutuu yleisimpiin alaraajojen rasitusvammoihin. (Aicale ym. 2020, 1.) Lisäksi patella tendinopatia vaikuttaa olevan yleensä melko haastava ja huonosti paraneva vaiva (Aicale ym. 2020, 1.), ja sen hoitaminen vaatii usein pitkäaikaista kuntoutusta, joka voi kuitenkin lopulta olla melko tehotonta. Patella tendinopatiasta ja sen kuntoutuksesta olisi tärkeää saada lisää näyttöön perustuvaa tietoa, sillä kuntoutusta

rajoittavat yleensä tämän kiputilan kehittymisen heikko ymmärtäminen sekä tiedonpuute riskitekijöistä ja tehokkaista hoitomenetelmistä. (Rudavsky & Cook 2014, 122.)

Tendinopatian yksi parhaiten tutkituista interventioista on eksentristen harjoitusten käyttö patella tendinopatian hoidossa, ja tutkimusten määrä muihin hoitomuotoihin verrattuna onkin huomattavasti suurempi. Monet näistä eksentrisen harjoitusmuodon tutkimuksista ovat nostaneet sen tehokkaaksi harjoitusmuodoksi patella tendinopatian hoidossa, mutta kaikissa tutkimuksissa ei kuitenkaan ole pystytty osoittamaan sen hyötyjä. (Saithna, Gogna, Baraza, Modi & Spencer 2012, 553.) Huolimatta eksentrisen harjoittelun laajasta käytöstä patella tendinopatian hoidossa, vaikka eksentristä harjoittelua käytetäänkin paljon patella tendinopatian hoidossa, niin on huomioitava, että siitä on olemassa vain rajallisesti korkealaatuista näyttöön perustuvaa tietoa, joka osoittaisi sen positiiviset tulokset (Malliaras, Cook, Purdam, Rio 2015, 890).

Eksentrisen hoitomuodon lisäksi myös heavy slow resistance harjoittelu on myös yksi tutkituista patella tendinopatian harjoitusmuodoista (Malliaras, Barton, Reeves & Langberg 2013). Opinnäytetyön tarkoituksena onkin selvittää juuri eksentrisen ja heavy slow resistance -harjoittelun tehokkuutta kivun lievityksessä patella tendinopatian kuntoutuksessa terapeutin harjoittelun aikana. Työhön valittiin 2009 jälkeen julkaistut tutkimukset, koska työssä haluttiin vertailla tuoreimpien tutkimusten ja näyttöön perustuvan tiedon perusteella, miten eksentrisen ja HSR-harjoittelu tutkimusten mukaan eroavat kivun lievityksen tehokkuudessa patella tendinopatian kuntoutuksen aikana. Terapeuttien tulisi olla tietoisia harjoittelun kuormitusvaihtoehdoista ja niitä vertailevasta tutkimusnäytöstä, jotta terapeutin harjoittelun harjoitusmuodot voidaan valita tutkimusnäyttöön perustuen (Malliaras ym. 2013).

2 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymys

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää eksentrisen ja heavy slow resistance harjoittelun (HSR) tehokkuutta kivun lievityksessä patella tendinopatian kuntoutuksessa terapeutin harjoittelun aikana. Työn tavoitteena on vertailla harjoitusmenetelmien tehokkuutta kivun lievityksessä patella tendinopatian terapeutin harjoittelussa.

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksenä on

- Miten eksentrisen ja HSR-harjoittelu tutkimusten mukaan eroavat kivun lievityksen tehokkuudessa patella tendinopatian kuntoutuksen aikana?

3 Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys ja keskeisimmät käsitteet

Opinnäytetyön keskeisimmät käsitteet ovat patella tendinopatia, kipu, eksentrisen harjoittelu ja heavy slow resistance harjoittelu. Työssä patella tendinopatialla ja hyppääjän polvella tarkoitetaan samaa jänteen kiputilaa. Teoreettisen viitekehysten aiheet on valittu patella tendinopatian moninaisen ilmiön ymmärtämisen helpottamiseksi. Teoreettisessa viitekehyksessä käsitellään muun muassa kipua, jänteen rakennetta ja ominaisuuksia, polven rakennetta ja toimintaa, patella tendinopatiaa, jänteen patologiaa, kuormituksen sietokykyä sekä patella tendinopatian terapeuttisen harjoittelun kokonaisprosessia.

Patella tendinopatiassa esiintyvä kipu estää urheilijaa yleensä osallistumasta täysipainoiseen harjoitteluun ja kilpailemiseen, ja pahentuessaan se voi häiritä jopa arjessa vaikuttaen henkilön elämänlaatuun (Rudavsky & Cook 2014, 122). Patella tendinopatiassa siis kipu häiritsee yksilön urheilua ja arkea, jonka vuoksi teoreettisessa viitekehyksessä keskityttiin myös patella tendinopatian kivun ja hermoston toiminnan ymmärtämiseen. Kivun, hermoston toiminnan ja jännepatologian ymmärtäminen auttavat lukijaa ymmärtämään patella tendinopatian kivun lievitykseen tähtäävää kuntoutusprosessia. Terapeuttisen harjoittelun kokonaisprosessin ymmärtäminen auttavat lukijaa hahmottomaan mihin kuntoutuksen vaiheeseen eksentrisen ja HSR- harjoittelu sijoittuvat patella tendinopatian kuntoutuksessa. Kivun, hermoston toiminnan, jänteen patologian ja muiden teoreettisen viitekehysten aiheiden ymmärtäminen auttavat kuntoutusprosessin laadinnassa, joka tähtää urheilijan patellajänteen vähentyneeseen kipuun ja parempaan toimintakykyyn johtaen lopulta urheiluun paluuseen.

4 Kipu

Kivulla tarkoitetaan yksinkertaisesti sanottuna jonkinlaista fyysistä tuskaa tai särkyä. Kivun tehtävä on varoittaa elimistöä sen kohdanneesta kudosvauriosta. Pitkittyessään kipu edesauttaa kudosvaurion paranemista luomalla optimaaliset olosuhteet sille. (Kauranen 2021, 704.) Tendinopatia on moninainen kliininen ilmiö johtuen matriisirakenteen vaihtelevista muutoksista, kivusta ja toimintahäiriöstä. Potilaiden kipuilmiöiden jaottelu rakenteen, kivun, toimintahäiriön ja kuormituksen sietokyvyn perusteella voivat antaa viitteitä, miten ohjata sopivaa hoitoa kohdistaen sitä yksilön merkittävimpiin rajoittaviin tekijöihin. (Cook ym. 2016, 4-5.) Ilmiön ymmärtämisen tueksi tulevaisuudessa kappaleissa käsitellään lyhyesti mitä on kipu ja lyhyesti kivun fysiologiaa. Kivun ja hermoston toiminnan ymmärtäminen lisää ymmärrystä patella tendinopatian terapeuttisen harjoittelun kivun lievitykseen liittyvistä mekanismeista, kuten kuormituksen sietokyvyn kehittämisestä. Patella tendinopatian kuntoutuksen päätavoitteena on kehittää kuormituksen sietokykyä jänteen alueella. Aluksi keskitytään kivun lievitykseen, minkä jälkeen seuraa progressiivinen jänteen kuormittaminen (Muaidi

2020, 536), joka etenee yksilöllisesti kivun, toiminnan ja voiman perusteella (Malliaras ym. 2015, 890).

Progressiivista terapeuttista harjoittelua pidetään ensilinjan hoitona tendinopatioissa, koska sen vaikuttavuudesta on laajaa tutkimusnäyttöä viimeisten vuosikymmenien ajalta. Progressiivisen terapeuttisen harjoittelun tavoitteena on tuottaa mekaanista ärsykettä, joka aiheuttaa biokemiallisia ja mekaanisia vasteita, jonka seurauksena tapahtuu jänteen adaptaatiota kuormitukseen ja harjoitteluun. Nykypäivän tutkimusnäyttöön perustuen progressiivisella harjoittelulla on positiivisia vaikutuksia kipuun ja toimintakykyyn sekä alaraajojen että yläraajojen tendinopatioissa. (Escriche-Escuder, Casana & Cuesta-Vargas 2020, 1.) Harjoittelun päätavoitteena on kuormituksen sietokyvyn kehittäminen jännteessä ja sen ympäröivissä rakenteissa (Malliaras ym. 2015, 890). Malliaraksen ym. (2015, 892) mukaan onkin tärkeää edetä aina progressiivisesti kuormittavampaan harjoitteluun heti kuormituksen sietokyvyn salliessa, sillä raskas kuormittaminen liittyy jänteen kuormitusadaptaatioon. Jänteen adaptaation ymmärtäminen onkin siis erittäin oleellista, jotta voimme kehittää sellaisia harjoitusohjelmia, jotka tähtäävät mekanotransduktion kautta kehittämään jänneiden kuormituksen sietokykyä ja parantamaan urheilijoiden fyysistä suorituskykyä (Docking & Cook 2019, 306).

4.1 Kivun kansainvälinen määritelmä ja biopsykososiaalinen malli

On olemassa erilaisia kivun määritelmiä riippuen esimerkiksi määritelmän ajankohdasta tai kirjoittajasta. Kauranen (2021, 704) tuo tuoreessa kirjassaan esille Kansainvälisen kivuntutkimusyhdistyksen (IASP) kansainvälisen määritelmän, jonka mukaan kipu on epämiellyttävä emotionaalinen tai sensorinen aistimus tai kokemus, johon liittyy selvä tai mahdollinen kudonvaurio. Kipu on aina subjektiivinen kokemus, johon vaikuttavata kudonvaurion laajuuden lisäksi monet ihmisen henkilökohtaiset asiat, kuten esimerkiksi hänen asenteet, uskomukset, persoonallisuus, elämäntilanne ja kulttuuri. Kipu toimii elimistön vasteena kudonvaurioon, jonka taustalla voi olla esimerkiksi sairaus, iskemia, tulehdus, vamma, leikkaus tai sensorisen hermoston häiriö. Normaalisti kivun tulisi hävitä kudonvaurion korjaantuessa, mutta joskus kipu voi jatkua, vaikka kudonvaurio olisikin jo parantunut. (Kauranen 2021, 704.)

Kipu voidaan määritellä myös biopsykososiaalisena kokemuksena, sillä kehon rakenteiden lisäksi kivun kokemiseen vaikuttavat yhtä lailla psykologiset kuin sosiaalisetkin tekijät. Kivun alkuperästä riippumatta, kipu on siis aina yksilöllinen biopsykososiaalinen kokemus. Jokainen meistä kokee kivun eri tavalla, ja sama yksilö voi kokea samanlaisen nosiseptiivisen ärsykkeen eri lailla eri kontekstissa. Kokemuksen voimakkuuteen vaikuttavat aistimuksen voimakkuuden lisäksi useat eri tekijät, kuten esimerkiksi elämäntapatekijät, yleinen terveydentila,

psykososiaaliset tekijät, uskomukset ja henkilön aiemmat kokemukset. Toisinaan fyysiset tekijät painottuvat, toisessa tapauksessa taas psykologisilla tai sosiaalisilla tekijöillä on suurempi vaikutus. (Holopainen 2020, 63-65.)

4.2 Kivun jaottelu

Kipu voidaan jaotella eri perustein, mutta yksi jaottelu on kivun jakaminen nosiseptiiviseen, neurogeeniseen ja idiopaattiseen kipuun. Jaottelu ei ole aina tarkkarajainen, vaan kiputilat voivat johtua samanaikaisesti useammasta eri tekijästä. Nosiseptiivinen kipu eli toisin sanoen kudonsvauriokipu syntyy, kun kudoksen nosiseptorit reagoivat kudonsvauriota aiheuttavaan ärsykkeeseen. Erilaiset tulehdukset, iskemiat, tuumorit ja lämpötilan vaihtelut ovat yleisimpiä nosiseptiivistä kipua aiheuttavia tiloja. (Kauranen 2021, 705-706.) Nosiseptiset kivut voidaan jakaa vielä mekaanisiin, tulehduksellisiin ja iskeemisiin kipuihin (Luomajoki 2018, 45). Neurogeenisen kivun taustalla puolestaan on kipua välittävän sensorisen hermojärjestelmän ohimenevä häiriö, jonka taustalla saattaa olla perifeerisen hermon ärtyminen, kuten hermopinne tai keskushermoston vääränlainen aistimusten käsittely, kuten sen herkistyminen tai reorganisoituminen. Sen sijaan idiopaattisessa kivussa ei todeta kipua selittävää kudoksen tai hermon vauriota. Idiopaattisen kivun taustalla voi mahdollisesti olla depressio tai konversio-oire, jolloin kyse on psykogeenisestä kivusta. Kipua voi aiheuttaa myös erilaiset somatoformiset eli elimellisoireiset mielenterveyden häiriöt, joihin kuuluvat muun muassa somatisaatiohäiriö, elimellisoireinen autonominen toimintahäiriö, pitkäaikainen kipuoireyhtymä tai hypokondrinen häiriö. (Kauranen 2021, 705.)

Sentraaliselle kivulle on IASP:n toimesta annettu uusi nimi, nosioplastinen kipu. Tällä tarkoitetaan kipua, joka ei selity nosiseptiivisillä tai neuropaattisilla selitysmalleilla. Se on tyypillistä kroonisessa kivussa. Nosioplastinen kipumeکانismi voidaan jakaa eri ilmiöihin, jotka liittyvät ennen kaikkea aivojen toimintaan, ja siitä seuraaviin kognitiivisiin ja tunneperäisiin kipureaktioihin. (Luomajoki 2020, 58.) Jotkut kyseenalaistavat jänteen paikallisten kudospäräisten muutosten merkityksen, ja ajattelevat tendinopatian olevan enemmänkin keskushermostoperäistä (Cook ym. 2016, 4).

Usean lähteen (Kauranen 2021, 704; Haanpää & Salminen 2009, 55) mukaan kipu voidaan luokitella sen keston perusteella akuuttiin ja krooniseen kipuun. Kipu luokitellaan krooniseksi silloin, jos sen kesto ylittää kudonsvaurion paranemiseen vaadittavan ajan. Jatkuva nosiseptoreiden ärsytys (krooninen kudonsvauriokipu), vaurio (neuropaattinen kipu) kipuradassa tai mahdolliset muutokset kipuaistin sentraalisessa säätelyssä (idiopaattiset kipuoireyhtymät, kuten fibromyalgia) ovat kroonisen kivun mahdollisia syitä. (Haanpää & Salminen 2009, 55.) Kroonisesta kivusta puhutaan silloin, jos kipu on kestänyt yli 12 viikkoa. Akuutista kivusta puolestaan puhutaan silloin, jos kipu on kestänyt alle neljä viikkoa. Lisäksi

näiden väliin jää subakuuttikipu, jolloin kipu on kestävä 4-12 viikkoa. (Kauranen 2021, 704-705).

4.3 Kivun fysiologiaa

Descartesin malli, joka selittää nosiseptiivisen kipumekanismien, on yleisimmin tunnettu kipumalli. Vaikka muitakin kipumalleja on olemassa, niin voidaan kuitenkin todeta, että Descartesin julkaisema malli on biomedikaalisen lähestymismallin peruspilari. Tähän nosiseptiiviseen kipuun kuuluvat mekaaniset, tulehdukselliset ja iskeemiset kivut. Nosiseptiivisessä kivussa vapaat hermopäätteet reagoivat erityyppisiin ärsykkeisiin. Kipuaistimus kulkee vapaiden hermopäätteiden kautta, mutta vapaat reseptorit välittävät tietenkin myös muita tuntemuksia, kuten kosketusta ja proprioseptiikkaa. (Luomajoki 2020, 39.)

4.3.1 Kudonvaurion aistimisen vaiheet

Fysiologian tasolla kudonvaurion aistiminen voidaan jakaa neljään vaiheeseen, jotka ovat transduktio, transmissio, modulaatio ja perseptio (Haanpää & Salminen 2009, 56). Nosiseptiivisen kivun ensimmäisessä vaiheessa tapahtuu perifeeristen nosiseptoreiden aktivoituminen, eli transduktio, jonka aiheuttaa usein jonkinlainen kudonvamma, -sairaus tai -vaurio. Nosiseptiivinen kipu saa alkunsa nosiseptoreista, joiden tehtävänä on informoida keskushermostoa jo syntyneestä tai syntyvästä kudonvauriosta. Toisessa vaiheessa nosiseptoreiden viestittämät sensoriset signaalit välittyvät kehon ääresisistä nousevia tuovia hermosäikeitä eli afferentteja pitkin kohti keskushermostoa. Tätä hermopäätteissä muodostuvaa sähköimpulssien kulkeutumista perifeeristä sensorista hermoa pitkin kohti selkäydintä kutsutaan siis transmissioksi. Kipusignaalien transmissio välittyy ohuiden myeliinitupellisten A δ -säikeiden ja myeliinitupettomien C-säikeiden välityksellä. Ohuen myeliinitupen (A δ) ja myeliinitupettomien (C-säikeet) hermosäikeiden vuoksi hermoimpulssin transmissio periferiasta selkäyttimeen on suhteellisen hidasta. (Kauranen 2021, 706.)

Elimistön kipuviestintään vaikutetaan usealla eri tasolla hermostossa, ja tällaista kivun muuntelua hermostotasolla kutsutaankin modulaatioksi, joka on kudonvaurion aistimisen kolmasvaihe. Osa modulaation aikana tapahtuvista ilmiöistä voi vahvistaa kivun aistimista ja osa taas puolestaan voi heikentää sitä. Kipua vahvistavien (eksitatoristen) ja heikentävien (inhivoivien) tekijöiden ja järjestelmien tasapainosta riippuu, kuinka voimakkaana nouseva kipusignaali aistitaan primaarisella tuntoaivokuorella. Kipusignaalia saattaa voimistaa esimerkiksi nosiseptoreiden herkistyminen, kipua synapsiraoissa välittävien välittäjäaineiden pitoisuuksien nousut, pelko ja väärät uskomukset. (Kauranen 2021, 707.)

Kipusignaalia heikentäviä tekijöitä ovat muun muassa kosketusta välittävien hermosolujen aktivoituminen, tarkkaavaisuuden suuntaaminen pois kivusta, positiiviset ajatukset ja

mielihyvää tuottava toiminta. Kivun modulaatio selkäydintasolla liittyy porttikontrolliteoriaan, jossa yhtäaikaaisesti selkäyttimeen tuleva toinen sensorinen stimulus inhiboi eli vaimentaa kipusignaalien välitystä (afferentti inhibitio). Ilmiön mukaan paksujen myeliinitupellisten kosketusta aistivien tuntohermojen aktivointi inhiboi kollateraaliaksonien kautta kipusignaalien kulkua selkäytimen takasarvessa. Sen sijaan aivorunkotasolla kivun modulointi perustuu endorfiiniteoriaan. Aivorungosta laskeutuu selkäyttimeen laskevia hermoratoja, jotka inhiboivat kivun etenemistä pre- ja postsynaptisesti vähentäen kipua eksitoivien välittäjäaineiden toimintaa. (Kauranen 2021, 707-708.)

Neljäs, ja viimeinen vaihe, liittyy ihmisen aistimaan kipuun. Perseptiolla tarkoitetaan siis kipua välittävien neuronien toiminnan aiheuttamaa subjektiivista kokemusta kivusta. (Haanpää & Salminen 2009, 56.) Kipuaistimukseen vaikuttavat signaalien voimakkuus, arvio kivun aiheuttamasta uhasta, aikaisemmat kipukokemukset sekä käsitys kivun merkityksestä (Kauranen 2021, 708). Voidaankin siis sanoa, että kipu on hyvin moninainen ilmiö, johon voi vaikuttaa monet eri tekijät.

4.3.2 Jännekipu

Useissa tutkimuksissa on tutkittu erilaisia riskitekijöitä, sekä niiden vaikutuksia patologiaan ja patellajänteen kipuun. Patologian ja kivun riskitekijät vaikuttavat kuitenkin olevan todennäköisesti erilaisia. (Gaida & Cook 2011, 123.) Jännevammat voivat olla akuutteja tai kroonisia. Ne voivat aiheutua sisäisistä tai ulkoisista tekijöistä tai näiden molempien vaikutuksista. Sisäisiä tekijöitä voivat olla esimekriksi ikä, ruumiinrakenne, ravitsemus, aineenvaihduntasairaudet ja genetiikka, ja ulkoisia tekijöitä puolestaan ylikuormitus, väsymys, vääränlainen kuormitus ja ulkoiset vauriot. Akuutit traumat johtuvat yleisemmin ulkoisista tekijöistä, kun taas kroonisissa tapauksissa myös sisäisillä tekijöillä on merkitystä. Sisäiset ja ulkoiset tekijät voivat yhdessä johtaa ylikuormituspatologian puhkeamiseen, vaikka tarkkaa syy-seuraus suhdetta niiden välille ei olekaan todettu. (Aicale ym. 2020, 1.) Gaida & Cook (2011, 123) toteavat useisiin tutkimuksiin viitaten, että myös harjoittelun volyymin ja frekvenssin äkillinen kasvu on liitetty oleellisesti patella tendinopatian puhkeamiseen, joka vaikuttaakin olevan yleisin patella tendinopatian kivun laukaiseva tekijä.

Kroonisen jännekipun patofysiologiaa ei vielä ole täysin ymmärretty, ja tämä vaikuttaakin kykyymme luoda tehokkaita hoitointerventioita. Useat tutkimukset ovat osoittaneet oleellisen tulehduskomponentin puuttumisen ja kivun syyksi on ehdotettu erilaisia mekaanisia-, verisuoni- ja hermoteorioita. Tämä onkin heijastunut laajaan valikoimaan erityyppisiä hoitotapoja jännekipujen kuntoutuksessa. (Aicale ym. 2012, 553.) Koska jännekipun patofysiologiaa tulisi siis ymmärtää entistä paremmin tehokkaiden hoitomuotojen luomiseksi, niin näenkin oleelliseksi käsitellä tämän opinnäytetyön teoreettisessa viitekehysessä kivun moninaisen ilmiön lisäksi myös patologian eri teorioita.

4.3.3 Kipumekanismit tendinopatian taustalla

Peter O` Sullivanin ryhmän malli kliinisestä TULE- viitekehuksesta esittää kipumekanismien mallinnuksen, jossa kipu ryhmitellään nosiseptiseen, tulehdukselliseen, neuropaattiseen ja nosioplastiseen sekä näiden eri kipumekanismien yhdistelmään, jossa useampi kipumekanismi on samaan aikaan vaikuttamassa kipuun (Luomajoki 2018, 57). Cook, Rio, Purdam & Docking (2016, 2) toteavat, että tendinopatian kivun taustalla on todennäköisesti paikallinen nosiseptiivinen päätekijä, mutta nosiseptisestä päätekijästä ei ole vielä kuitenkaan tarkkaa tietoa tendinopatiassa. Sharma & Maffulli (2006, 185) mukaan tendinopatian kipu on tyypillisesti yhdistetty tulehdukseen, mutta kroonisesti kipeät patellajänteet eivät yleensä osoita tulehdusta, ja toisaalta vaikka jänteessä olisikin todettu kuvantamismenetelmillä patologiaa, niin kipua ei tästä huolimatta usein ilmene lainkaan. Myös Rudavsky ym. (2014, 122) toteaa samaa, että kuvantamisissa nähtävien patologisten muutosten ja kivun välillä ei välttämättä ole selvää yhteyttä. Kipu voi olla peräisin esimerkiksi mekaanisten ja biokemiallisten syiden yhdistelmästä. Jänteen mekaaninen hajoaminen voisi teoriassa selittää kivun, mutta monet kliiniset ja kirurgiset havainnot kyseenalaistavat tämän näkemyksen. Tendinopatiassa kipua voi aiheuttaa myös biokemialliset aineet ja välittäjäaineet, kuten glutamaatti, prostaglandiini ja substanssi P. Näiden pitoisuuksien kohonnut taso elimistössä näyttää vaikuttavan jännekipuun. (Sharma & Maffulli 2006, 185.)

Tulehduksellinen kipu syntyy yleensä kudosisvammojen seurauksena, jolloin alkaa tulehduksen ensimmäinen vaihe, niin kutsuttu sellulaarinen vaihe. Sellulaarisessa vaiheessa kudoksen soluista vapautuu tulehdusmediaattoreita. Tämän jälkeen tulehdusmediaattorit aktivoivat C-säikeen. Tätä tulehduksen toista vaihetta kutsutaan neurogeeniseksi vaiheeksi. Neurogeenisessä vaiheessa C-säie siis erittää kudokseen substanssi P:tä, jonka seurauksena alueella esiintyy vasodilataatiota ja turvotusta. Tämän seurauksena alueelle kerääntyy verenkierron mukana myös muita tulehdustekijöitä, kuten serotoniinia ja histamiinia. Tämä tulehduksellinen reaktio aktivoi myös niitä hermopäätteitä, jotka eivät aluksi olleet tulehduksessa mukana, mikä taas voi johtaa kivun voimistumiseen entisestään. (Luomajoki 2020, 53.)

4.3.4 Mistä jänteen kipu on peräisin?

Kliinisesti jännekiput voidaan jakaa kahteen kategoriaan, jotka ovat reaktiivinen ja degeneratiivinen jännepatologia. Reaktiivisessa jänteessä kivun nähdään käynnistyvän akuutista ylikuormituksesta, joka voikin osoittaa, että reaktiivisella jännepatologialla on paikallinen nosiseptiivinen kivun päätekijä. Nosiseptisestä kivun päätekijästä ei ole vielä kuitenkaan tarkkaa tietoa tendinopatiassa, mutta voimakas suhde jännekipuun ja mekaanisen kuorman välillä saattaa viitata jännesolujen parakriiniseen signaalointiin ja samalla viitata tämän olevan mahdollinen nosiseptiivinen päätekijä. Nämä tekijät saattavat stimuloida

perifeerisiä mekanoreseptoreita jänteen alueella, joka tulkitaan kipuna. Tämä saattaa selittää, miksi patologiaa voi olla ilman kipuakin, sillä syvässä jännekudoksessa ei ole sensorista hermotusta. Diffuusi reaktiivinen patologia voi myös ärsyttää syvää jänteen osaa jänteen poikkipinta-alan kasvamisen vuoksi. On todettu, että kipeän jänteen mekaaninen kuormittaminen voimistaa nosiseptiivista stimulusta. Onkin mahdollista, että jatkuva nosiseptiivinen ärsyke aiheuttaa sekundäärisen hyperalgesian tendinopatiassa. Toisaalta hyperalgesia itsessään ei määrittele tendinopatiaa patofysiologisena kipuilmiönä tai keskushermostotason ilmiönä, vaan vaikuttaa sille, että jännekipu vaikuttaa pysyvän paikallisena ja hetkelliseen kuormitukseen liittyvänä. Sen sijaan spontaanista jännekivusta ei ole juuri näyttöä olemassa, mitä ilmenee kuitenkin muissa patofysiologisissa kipuilmiöissä. (Cook ym. 2016, 2-3.)

Osa tutkijoista on kyseenalaistanut jänteen paikallisten kudospäristen muutosten merkityksen, ja on ehdotettu tendinopatian olevan enemmänkin keskushermostoperäistä. Toisaalta on olemassa myös tutkimusnäyttöä tendinopatia potilaiden kontralateraalista sensorisista muutoksista, mutta tämä voi samalla tavoin kuitenkin viitata nosiseptiiviseen kudospäristeen ärsytykseen molemmin puolin. On todettu, että akuutit kiputilat, kuten nilkan nyrjähdykset, aiheuttavat sekundääristä hyperalgesiaa, mutta tämä on kuitenkin purettavissa lääkaineella välittömästi. Tämä teoria ehdottaakin, että perifeerinen nosiseptiivinen ärsyke ylläpitäisi sensitisaatiota. Cook (2016, 4) viittaa siihen, että paikalliset tekijät ja tiedonkulkuväylät vaikuttavat olevan kriittisiä kivun muodostumisessa. Emme voikaan sivuuttaa nosiseptiivisen paikallisen stimuluksen vaikutusta kivun mahdollisena päätekijänä, sillä sekä motorisista että sensorisista adaptaatioista on hyvää tutkimusnäyttöä tendinopatiassa. (Cook ym. 2016,4.)

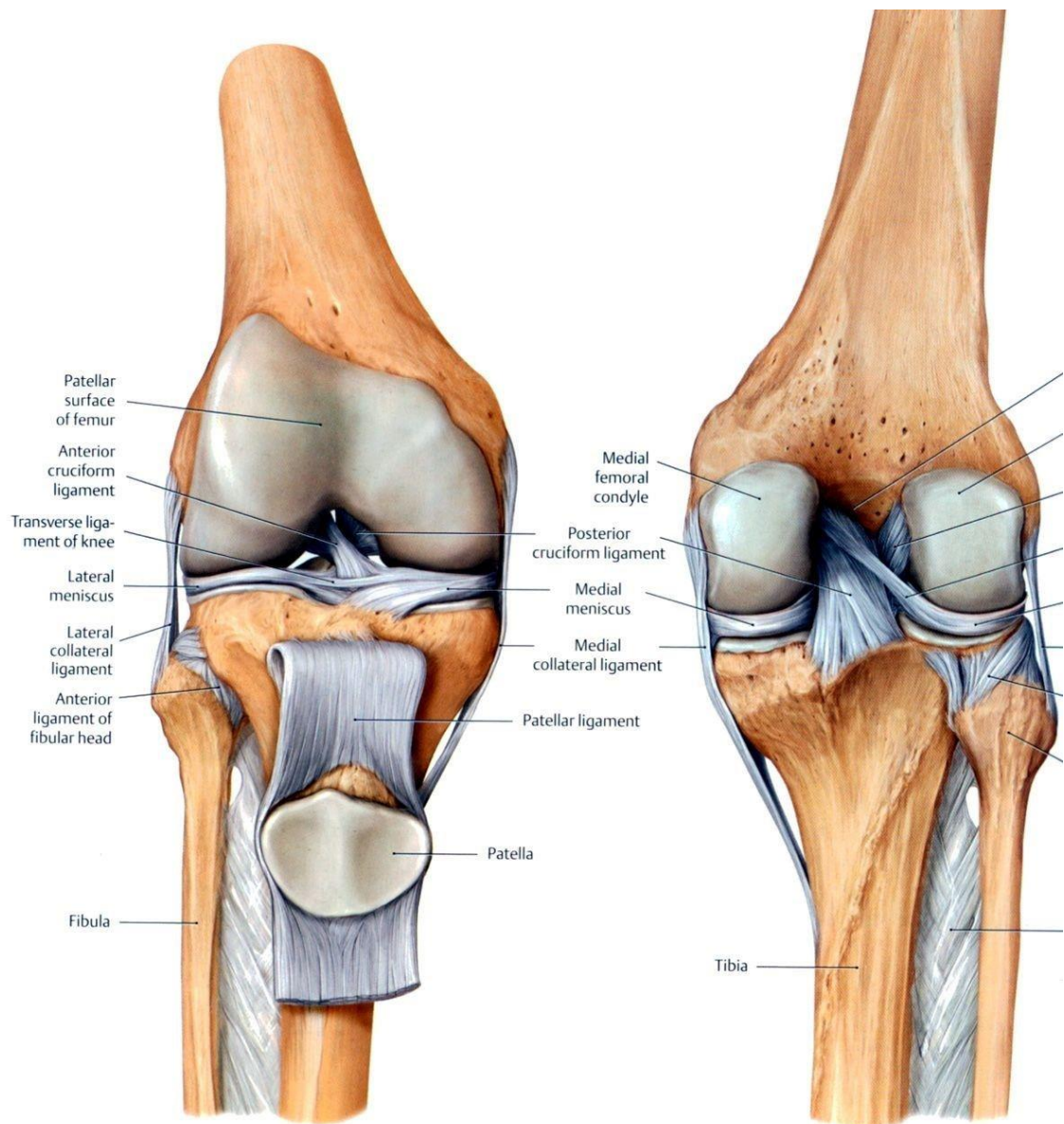
5 Polven rakenne ja toiminta

Polvi on kehon suurin nivel, joka koostuu sääriluun ja reisiluun välisestä tibiofemoraalisesta nivelpinnasta sekä patellan ja reisiluun välisestä patellofemoraalisesta nivelpinnasta. Polvi toimii ensisijaisesti saranaliitoksena, joka mahdollistaa fleksion ja ekstension sekä monia muita liikkeitä. Polven toissijaisina liikesuuntina ilmenee sisä- ja ulkokiertoa, kompressiota ja traktiota, etu- ja takasuunnan translaatiota, mediaalista ja lateraalista translaatiota sekä varus- ja valgusliikkeitä. Polven anatominen toiminta ja vakaus riippuvat luista, lihaksista, nivelsiteistä, rustosta, nivelkapselistä, nivelnesteestä ja muista sidekudoksista. (Gupton, Imonugo & Terreberry 2021, 1-2.)

5.1 Polvinivelen luinen rakenne ja sidekudosrakenteet

Polvinivelessä reisiluun niveltyy sääriluun ja patellan eli lumpion kanssa. Molemmat nivelet ovat yhteisen nivelkapselin sisällä ja niissä on toinen toisiaan täydentävät nivelpinnat. (Gilroy, MacPherson & Ross 2012, 406.) Tibiofemoraalinivel on reisiluun ja sääriluun välinen nivel, joka on ennen kaikkea sarananivel, jolla on suuri liikelaajuus fleksiassa ja ekstensiossa. Polvinivelen normaali anatominen liikerata on noin 5 asteen ekstensio ja 150 asteen fleksio. Nivelpintojen muotojen vuoksi tibiofemoraalinivelen muut anatomiset liikesuunnat ovat hyvin rajoittuneita. Tibiofemoraalinivelen alemmat nivelpinnat muodostuvat sääriluun lateraalisesta ja mediaalisesta kondyylistä, jotka muodostavat kaksi tasoa muodostaen sääriluun yläpinnosta kaksi osaa. Kahteen osaan jakaantunut niveltaso on horisontaalinen, jossa molempien nivelpintojen päällä on kierukat, lateraalinen- ja mediaalinen kierukka. Kierukoiden keskeisenä tehtävänä on toimia polven iskunvaimentimina ja jakaa kuormitusta molemmille nivelpinnoille tasaisesti. Kierukoiden ja sääriluun proksimaalipään muodostamat alemmat nivelpinnat ovat yläosan muodoltaan koveria. Sen sijaan ylemmät reisiluun puoleiset nivelpinnat ovat alaosaltaan kuperia, jonka vuoksi reisiluun pääsee hyvin liukumaan sääriluun muodostaman nivelpinnan päällä. (Flandry & Hommel 2011, 82-84.)

Patellofemoraali nivel sijaitsee patellan ja reisiluun distaalisen anteriorisen osan välissä. Näiden rakenteiden välistä nivelpintaa kutsutaan siis patellofemoraali niveleksi. Patellan takaosan keskiharjanne niveltyy reisiluun kondyylien väliselle nivelpinnalle, joka mahdollistaa patellan liukumisen nivelpinnan uraa pitkin alaspäin fleksiassa ja ylöspäin ekstensiossa. Patella pysyy reisiluun anteriorisella nivelpinnalla tukevasti paikallaan vahvojen nivelsiteiden ja nelipäisenreisilihaksen tukemana etu-, ala- ja sivuosistaan. Patella kiinnittyy alaosaan sääriluun etureunaan patella jänteen välityksellä. Proksimaaliselta puolelta patella kiinnittyy m. quadriceps lihakseen, joka toiminnallaan vaikuttaa patellan asentoon ja ohjautumiseen polven liikkeissä. Tasapainoinen nelipäisenreisilihaksen lihasvoima ohjaa patellaa linjautumaan anatomisesti suoraan linjaan, jolloin myös patellofemoraali nivelen kuormitus vähenee (Flandry & Hommel 2011, 84-86.)



Kuvio 1: Polven anatomia (Doctorlib 2020).

Tibiofemoraalinivelen liikkeitä rajoittaa kaksi ristisidettä, jotka samalla tukevoittavat polven anatomisten liikkeiden sujuvuutta. Eturistiside eli ACL (anterior cruciate ligament) rajoittaa sääriluun liikettä anteriorisesti suhteessa reisiluuhun ja takaristiside eli PCL (posterior cruciate ligament) puolestaan rajoittaa sääriluun liikettä posteriorisesti suhteessa reisiluuhun. Molemmat ristisiteet osallistuvat myös polven valgus ja varus suuntaisten liikkeiden rajoittamiseen, mutta sivusiteiden keskeisimpänä tehtävänä on huolehtia näiden polven sivusuuntaisten liikkeiden rajoittamisesta. Mediaalinen sivuside eli (MCL) rajoittaa sääriluuta vääntymästä abduktioon suhteessa reisiluuhun, ja lateraalinen sivuside (LCL) rajoittaa sääriluuta kääntymästä adduktion suhteessa reisiluuhun. Sivusiteet kiristyvät polven ollessa suorana rajoittaen sivu- ja rotaatiosuuntaisia liikkeitä. Polven koukistuessa sivusiteet löystyvät, jolloin niveleen syntyy hieman sivu- ja rotaatiosuuntaista liikettä. Polvi sisältää

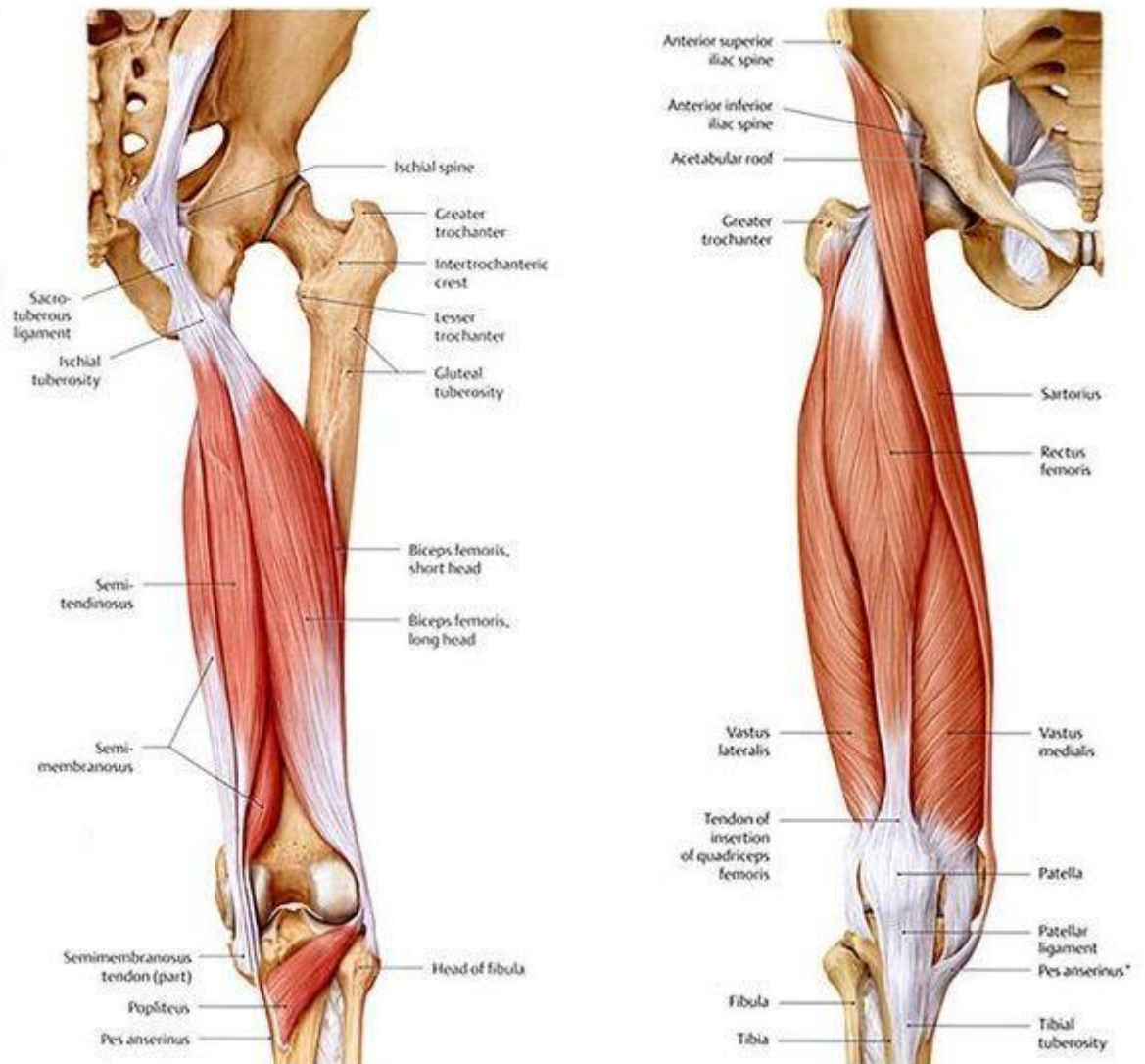
useita limapusseja, joiden tarkoituksena on vähentää kitkaa polven rakenteiden välillä. Limapussit eli bursat ovat pieniä pusseja, jotka koostuvat nivelkalvoista ja ne sisältävät runsaasti nivelnestettä. Monet näistä edellä mainituista rakenteista kuuluvat osaksi nivelkapselia, jonka tehtävänä on polven stabiloiminen. Nivelneste valmistetaan nivelkalvojen avulla ja se vähentää kitkaa polven nivelpintojen välillä tehden polven liikkeistä sujuvaa. (Gupton ym. 2021, 1-2.)

5.2 Polvinivelen toimintaan vaikuttava lihaksisto

Alla olevassa taulukossa on esitetty polvinivelen toimintaan vaikuttavia lihaksia. Taulukon jälkeen on tarkemmin esitelty yksittäisten lihasten funktioita polven eri liikkeissä. Monet tibiofemoraali niveltä liikuttavat lihakset vaikuttavat myös muiden nivelten asentoihin ja liikkeisiin.

Polven koukistajat	Polven ojentajat
m. biceps femoris brevis (lyhyt pää)	m. vastus intermedius
m. biceps femoris longus (pitkä pää)	m. vastus lateralis
m. semimembranosus	m. vastus medialis
m. semitendinosus	m. rectus femoris
m. popliteus	
m. gastrocnemius	
m. gracilis	
m. sartorius	

Taulukko 1. Polven koukistajat ja ojentajat (Bordoni & Varacallo 2018; Linklater, Hamilton, Carmichael, Orchard & Wood 2010).



Kuvio 2: Hamstring- ryhmä ja nelipäinen reisilihas (Tschirpke 2014).

Nelipäiseen reisilihakseen kuuluvat vastus intermedius, vastus lateralis, vastus medialis ja rectus femoris ja sen tehtävänä on tibiofemoraalinivelen ojentaminen. Nämä edellä mainitut nelipäisen reisilihaksen neljä päätä muodostavat patellan yläpuolisella alueella yhden jänteen. Tätä kutsutaan nelipäisen reisilihaksen jänteeksi, ja se kiinnittyy patellaan. Jänteen pinnallisimmat säikeet ylittävät ja peittävät patellan kiinnittyessään sääriluun kyhmyyn, ja tätä sidekudoksen osaa kutsutaankin patellajänteeksi. Vastus lateraliuksen ja vastus medialiksi sidekudokset kiinnittyvät patellan reunoille, kun taas vastus intermediuksen sidekudokset kiinnittyvät patellan alaosaan. Osa nelipäisen reisilihaksen anteriorisista sidekudoksista kuuluu rectus femorikseen. Vastus lateralis ja vastus medialis, yhdessä sidekudosten kanssa, muodostavat patellan lateraalisen- ja mediaalisen retinakulan. (Bordoni & Varacallo 2018.)

Kaksi puhdasta polven koukistajaa ovat kaksipäisen reisilihaksen lyhyt pää (m. biceps femoris brevis) ja polvitaivelihäs (m. popliteus), jotka eivät liikuta muita niveliä. Sen sijaan kolme hamstring lihasryhmään kuuluvaa lihasta ovat ennen kaikkea lonkan ojentajia, mutta osallistuvat myös jonkun verran polven koukistukseen. Hamstring ryhmästä lonkan ojennukseen osallistuvat puolikalvoinen lihas (m. semimembranosus), puolijännteinen lihas (m. semitendinosus) ja kaksipäisen reisilihaksen pitkä pää (biceps femoris longus). Kaksi lonkan koukistajaa, hoikkalihäs (m. gracilis) ja räätälinlihas (m. sartorius) avustavat myös polven koukistumista. Kaksoiskantalihaksen (m. gastrocnemius) ensisijaisena tehtävänä on toimia nilkan vahvana plantaarifleksorina, mutta sen lisäksi se osallistuu myös polven koukistukseen. Polven toiminnan osalta kaksoiskantalihaksen tehtävänä on kuitenkin toimia lähinnä vain polvea posteriorisesti stabiloiden. (Linklater, Hamilton, Carmichael, Orchard & Wood 2010, 132-135.)

5.3 Polven verenkierto ja hermotus

Polven rakenteet saavat suuren osan verenkierrasta valtimopunoksesta, jossa on haarautumia popliteal valtimosta ja femoralis valtimosta. Popliteal valtimo haarautuu pinnallisesta femoralis valtimosta ja kulkee posteriorisesti polvinivelen ylitse. Ylempi mediaalinen, alempi mediaalinen, ylempi lateraalinen ja alempi lateraalinen genicular valtimot haarautuvat popliteal valtimon alueelta ja kulkevat anteriorisesti muiden pleksusten osien kanssa. Takareiden lihakset saavat verenkiertonsa pääasiassa alemman gluteaali-, popliteal-, syvän femoralis ja suralis-valtimoista, kun taas etureiden lihakset pääosin femoralis valtimolta. Polven rakenteet ja suurin osan polven ojentajalihaksista saavat hermotuksen femoralis hermon haaroista (L1, L2, L3), ja polven koukistajalihakset iskiashermosta (L4, L5, S1, S2, S3), joka haarautuu distaalisesti tibialis hermoon ja peroneus hermoon. (Gupton ym. 2021, 3-4.)

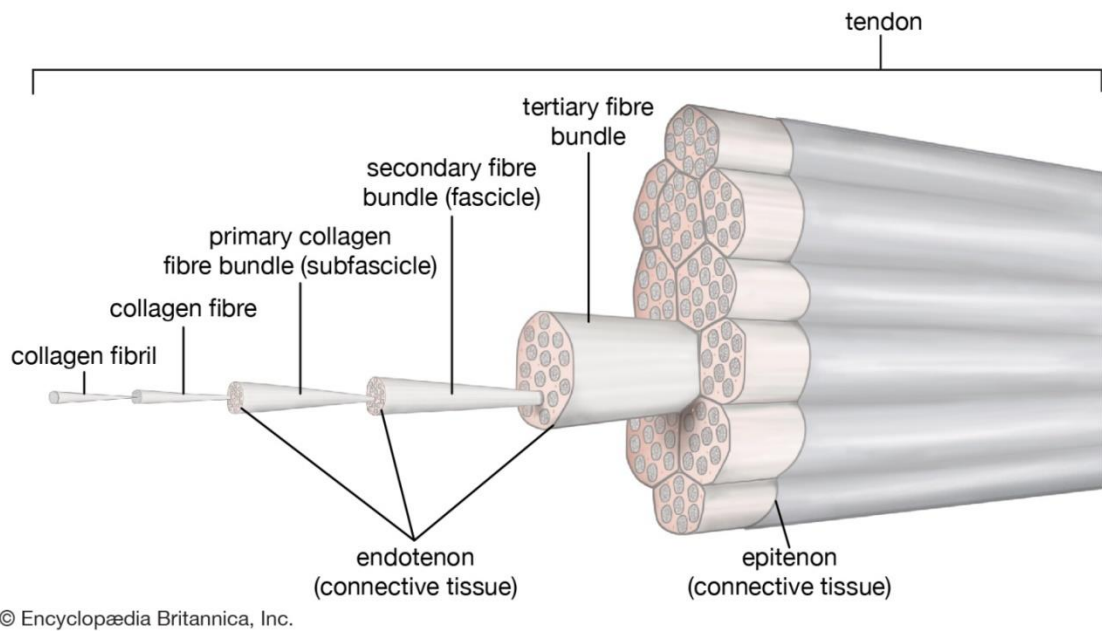
6 Jänteen rakenne ja ominaisuudet

Tuki- ja liikuntaelimestössä lihasten ja jänneiden yhtenäinen toiminta mahdollistaa nivelten liikkeet (Holmström, Virtanen, Björn & Rissanen 2020, 288). Luustolihakset eivät kiinnity koskaan suoraan luuhun, sillä lihaksen molemmissa päissä luuhun kiinnittyessään on aina jänne tai aponeuroosi. Kaikilla lihaksilla on aina proksimaalinen ja distaalinen jänne, jonka suuntaisesti lihasjänne kompleksin supistuminen tapahtuu. Jänteen päätehtävänä on välittää lihaksen tuottama voima luihin ja tarjota jänne-lihas-jänne-kompleksille liikkumisen vaatimaa elastisuutta ja venyvyyttä. Jänneiden tärkeänä tehtävänä on myös stabiloida niitä niveliä, joiden yli ne kulkevat kiinnittyessään luuhun. (Kauranen 2021, 45.)

6.1 Jänteen rakenne ja biomekaniikka

Jänteet ovat vastuussa lihasten supistumisesta syntyvien voimien siirtämisestä luuhun, mikä saa aikaan nivelen liikkeen. Tämän vuoksi jänteen on kestävä valtavia kuormia ja oltava rakenteellisesti vahva (Nichols, Best & Loisel 2019, 3). Jänteet ovat muodoltaan hieman erilaisia ja usein ne voivat näyttäytyä ikään kuin hihnamaisina nauhoina. Terve jänne ilmenee loistavan valkoisena ja sillä on fibroelastinen rakenne. Rakenteellisesti jänne koostuu sen sisällä olevista tenoblasteista (fibroblasteista) ja tenosyyteistä (fibrosyyteistä) solunulkoisessa matriisi verkossa. Tenoblastit ovat kypsymättömiä jännesoluja, jotka vanhetessaan muuttavat rakennettaan ja lopulta muuttuvat tenosyyteiksi. Tenosyyteillä on pienempi ytimen ja sytoplasman suhde kuin tenoblasteilla ja vähäisempi aineenvaihdunnan aktiviteetti. Tenoblastit ja tenosyytit muodostavat yhdessä 90-95 % jänteiden soluelementeistä. Loput 5-10 % jänteiden soluelementeistä koostuvat kondrosyyteistä, verisuonisoluista ja jännevaipan kalvosoluista. Tenosyyttien keskeisenä tehtävänä on muodostaa kollageenia ja kaikkia sen komponentteja solun ulkoisessa matriisissa, jonka lisäksi ne toimivat myös aktiivisesti energiantuotannossa. (Sharma & Maffulli 2006, 181.)

Jänteen kokonaismassasta noin 30 % on jänteen kuivamassaa, ja loput 70 % on vettä. Jänteen kuivamassasta kollageenityypin I osuus on 65-80 % ja elastiinin osuus taas noin 2 %. Kollageeni on järjestäytynyt usealle eri tasolle alkaen tropokollageenista ja kolmoiskierteisestä polypeptidiketjusta, jotka yhdistyvät sidekudoksen alkusäikeiksi (fibrilla). (Sharma & Maffulli 2006, 181-182.) Jänteen rakentuminen etenee sidekudoksen alkusäikeistä (fibrilla) koostuviin sidekudossyihin (fibre), joista puolestaan muodostuu sidekudoskimppuja kolmella eri rakennetasolla, jänteen primaari-, sekundaari- ja tertiäärirakenne tasoilla (Kauranen 2021, 45). Sidekudossyyt muodostavat siis yhdessä jännekimppuja, primaaritason sidekudoskimpun (primary bundles), sekundaaritason sidekudoskimpun (secondary bundles), tertiääritason sidekudoskimpun (tertiary bundles) ja kokonaisuutena yhdessä ne muodostavat itse jänteen. Tropokollageenimolekyylit muodostavat silloituksia liukenemattomien kollageenimolekyylien luomiseksi, jotka muodostavat alkusäikeitä eli kollageenifibrillejä. Kollageeni sidekudossyy (fibre) on pienin jänneyksikkö, jota voidaan mekaanisesti kuormittaa. Kollageenisyyt (fibres) ovat suuntautuneet pääasiassa pituussuunnassa, mutta syyt kulkevat myös poikittain ja vaakasuunnassa. (Sharma & Maffulli 2006, 181-182.)



Kuvio 3: Jänteiden anatomia (Encyclopaedia Britannica 2021).

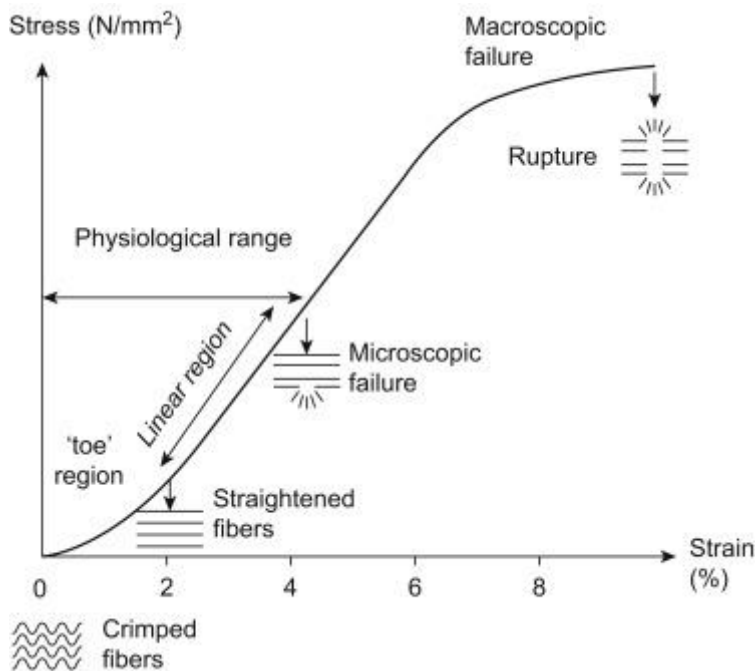
Jänteiden ulommaisten tertiäärirakenteiden ympärillä on jännekalvo (epitenon) ja syvemmällä eri rakennetasoilla sijaitsevien sidekudossäikeimppujen ympärillä on sisäkalvosto (endotenon). Sisäkalvoston alla kulkevat verisuonet, hermot ja imusuonet kohti jänteiden syvempiä rakenteita. (Kauranen 2021, 45.) Epitenon on löysä sidekudossäike, joka peittää koko jänteen. Sen alla kulkee myös jänteen verisuonia, imusuonia ja hermoja. Epitenonia ympäröi pinnallisesti paratenon, joka on löysä areolaarinen sidekudos. Se koostuu tyypin I ja III kollageenifibrilleistä sekä joistakin elastisista alkusäikeistä (fibrilla). Endotenon puolestaan ulottuu syväälle jänteen väleihin peittäen tertiääritason sidekudossäikeimput. Endotenon on ohut sidekudossäinen kalvomainen verkko, ja se ympäröi jokaista jänteen säiettä. Jännetupet esiintyvät alueilta, joihin kohdistuu lisääntyneitä mekaanista rasitusta, missä vaaditaan tehokasta kitkan vähentämistä. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi tietyt jalkojen jänteet. Jännetupet koostuvat ulommasta fibroottisesta tupesta ja sisemmästä nivelkalvotupesta, joka ympäröi jänteen runko-osan, ja se toimii tehokkaana suodatuskalvona tuottaen nivelnestettä. Fibroottinen tupen tehtävänä on muodostaa tiivistymiä toimien tukipisteinä jänteen toiminnan helpottamiseksi. (Sharma & Maffulli 2006, 182.)

Jänteet välittävät lihaksen tuottaman voiman luuhun ja samalla ne toimivat suojaen lihasta ulkoisista voimien aiheuttamilta vahingoilta. Jänteitä kuvataan viskoelastisina kudoksina, jolla tarkoitetaan niiden kykyä sopeutua vaihtelevaan kuormitukseen. (Sharma & Maffulli 2006, 184.) Kaurasen mukaan (2021,45) lihaskudokseen verrattuna jänne kykenee venymään suhteellisen heikosti, sillä sen pituus lyhenee vain noin 2 % maksimaalisen lihassupistuksen aikana, ja tätä suuremmat muutokset aiheuttavat jänteeseen mikroepeytymiä. Sharma ja Maffulli (2006, 184) puolestaan sanovat, että jos venyvyys pysyy alle 4 %:ssa, niin jänne

käyttäytyy joustavasti ja palaa sen alkuperäiseen pituuteen kuormituksen päätyttyä. Yhteenvetona voidaan kuitenkin todeta, että jänne kykenee venymään melko huonosti. Kuitenkin jänteen vetolujuus kasvaa sen hypertrofian seurauksena, mutta vetolujuuteen vaikuttavat aina myös jänteen sijainti elimistössä ja siihen kohdistuva mekaanisen kuormituksen määrä (Kauranen 2021, 45).

Kuten aikaisemmassa kappaleessa todettiin, niin mikroskooppinen repeäminen tapahtuu Sharman ja Maffullin (2006, 184) mukaan silloin, kun venyvyys ylittää 4 % ja yli 8-10 % venyvyydessä tapahtuu makroskooppinen repeämä johtuen kollageenisäikeiden (fibrillien) sisäisestä vauriosta molekulaarisen hajoamisen vuoksi. Tutkimukset ovat osoittaneet, että kollageenisäikeen (fibrillan) venyttymä tapahtuu alun perin molekyylin venyttymästä, mutta venytyksen (stress) kasvaessa aukko molekyylien välillä kasvaa, mikä johtaa lopulta sivusuuntaisten toisiinsa liittyneiden molekyylien hajoamiseen. Tämän jälkeen täydellinen repeäminen tapahtuu nopeasti, ja säikeet vetäytyvät ikään kuin takkuiseen silmuun repeytyneistä kohdistaan. (Sharma & Maffulli 2006, 184.)

Kollageenin mekaaninen käyttäytyminen riippuu molekyyllinsisäisten ja molekyylien välisten sidosten lukumäärästä ja tyypeistä. Stressi-venymä-käyrä auttaa osoittamaan jänteen käyttäytymistä. Levossa kollageenin alkusäikeet (fibrilla) ja kollageenisyyt (fibre) näyttäytyvät poimuttuneessa muodossa. Kuvio 4. osoittaa jänteen käyttäytymisen siihen kohdistuvassa venytyksessä. Alun kovera osa (käyrässä) edustaa jänteen poimutuksen tasaantumista, ja tällöin jännettä on kiristetty kahteen prosenttiin. Tämän vaiheen jälkeen jänne muotoutuu lineaarisesti kolmoiskiertyneen kollageenimolekyylin sisäisen liukumisen vuoksi, jolloin säikeet muuttuvat yhdensuuntaisemmiksi. Jos venyvyys pysyy 4 %:n alapuolella, niin tällöin jänteelle ei tapahdu vielä vaurioita, kuten aikaisemmin jo todettiin. (Sharma & Maffulli 2006, 184.)



Kuvio 4: Tendon stress curve (Latash & Zatsiorsky 2016).

6.2 Jänteiden hermotus ja verenkierto

Jänteessä esiintyy sekä sympaattisia että parasympaattisia soluja ja jännekudos saa hermotuksen ihon, lihaksen ja syvän jännekudoksen hermorungoista. Lihaksen ja jänteiden välisen kudoksen liitoksessa hermosolut jakaantuvat pienempiin osiin, josta ne lopulta kulkeutuvat endotenonin septaan. Hermosolut muodostavat paratenonin alla hermopunoksia, joista hermosolujen päätehaarat kulkeutuvat puolestaan epitenoniin. On todettu, että suurin osa hermosoluista eivät kulkeudu jänteen runko-osaan, mutta päättyvät hermopäätteinä sen pinnalle. Myelinoitujen hermosolujen hermopäätteet toimivat erikoistuneina mekanoreseptoreina havaitsemaan paineen tai jännityksen muutoksia. Näistä mekanoreseptoreista Golgin jänne-eliimiä esiintyy eniten jänteen ja lihaksen liitoskohdissa. Myelinoituneet hermosolut päättyvät hermopäätteiden laajoilla haarautumilla jänteen kollageenisäikeiden väleihin. Sen sijaan nosiseproteina toimivat myelinoitumattomat hermopäätteet aistivat ja välittävät kipua. (Sharma & Maffulli 2006, 183.)

Jänteet voivat saada verenkiertonsa eri lähteistä, ja jännteelle saapuva verenkierto voi olla peräisin sisäisistä tai ulkoisista järjestelmistä. Sisäisiä verenkierron lähteitä ovat lihas- ja luujänneliitokset, ja ulkoisia verenkierron lähteitä taas joko paratenon tai jännetuppi. Verensaannin suhde sisäisten ja ulkoisten järjestelmien välillä voivat vaihdella huomattavasti eri tekijöistä riippuen. Jänteiden verenkierto vaikuttaa vähenevän ikääntymisen edetessä ja ylikuormituksen aiheuttaman mekaanisen kuormituksen liiallisen lisääntymisen seurauksena. Syvä jännekudos voi saavuttaa vain noin 20 % verenkierron maksimikapasiteetista, joten tällä alueella verenkierto on suhteellisen vähäistä. (Sharma & Maffulli 2006, 183.)

6.3 Jänteen paranemisprosessi

Jänteen paraneminen tapahtuu kolmessa osittain päällekkäin tapahtuvassa vaiheessa, jotka ovat kaikille kudoksille tyypillisiä paranemisen vaiheita. Kudonvaurion jälkeen ensimmäisenä paranemisprosessin vaiheena on lyhyt tulehdusvaihe, joka kestää joitakin päiviä vauriosta riippuen. Toinen vaihe, jota kutsutaan fibroblastiseksi tai proliferaatio vaiheeksi, kestää joitakin viikkoja. Toisen vaiheen jälkeen on vuorossa kudosten paranemisen viimeinen vaihe, joka on pitkittynyt uudistumisvaihe eli remodelaatiovaihe. Tämä vaihe voi kestää kuukausista vuosiin. Näiden kaikkien kolmen paranemisvaiheen tarkka kesto ja ajoittuminen riippuvat useasta eri tekijästä, kuten loukkaantumisen vakavuudesta, kudoksen soluista, jänteen sijainnista, käytetyistä hoitomenetelmistä ja muiden sairauksien mahdollisesta esiintymisestä. (Nichols, Best & Loisel 2019, 4.)

Jänteen paraneminen on siis melko monimutkaista ja se tapahtuu monien solujen sisäisten että ulkoisten vaikutusten kautta. Jänteen sisäiseen paranemiseen vaikuttavat jänteen epitenonista ja endotenonista peräisin olevat solut, kun taas ulkoinen paraneminen on riippuvainen soluista, jotka on rekrytoitu vamma-alueelle jänteen ulkopuolelta. Nämä molemmat solujen lähteet ovat ilman muuta tärkeitä kudoksen paranemisprosessissa. Toisaalta on huomioitava se, että ulkoisia soluja parantavien olosuhteiden on todettu johtavan suurempaan arpikudosten ja kiinnittymisten muodostumiseen, kuin sisäisiä tekijöitä edistävät olosuhteet. (Nichols ym. 2019, 4.)

Tulehdusvaihe

Välittömästi akuutin vamman jälkeen verihitaleista peräisin oleva sytokiiniinien signaali johtaa lisääntyneeseen verisuonten läpäisevyyteen ja verenkierrossa olevien tulehdussolujen rekrytoitumiseen vahingoittuneelle alueelle. Fagosyyttiset neutrofiilit ilmestyvät muutamassa minuutissa alkuvaiheen jälkeen, jota seuraavat pian alueelle saapuvat monosyytit / makrofagit. (Nichols ym. 2019, 5-6.)

Fibroblastinen / proliferaatiovaihe

Fibroblastisen / proliferatiivisen vaiheen päätekijöinä ovat fibroblastit, jotka ovat peräisin sekä sisäisistä että ulkoisista lähteistä. Tämän jänteen paranemisen toisen vaiheen aikana erilaiset fibroblastiryhmät rekrytoidaan vammakohtaan, jossa ne alkavat luoda väliaikaista matriisia (granulaatiokudosta), joka koostuu pääasiassa tyypin III kollageenista, joka palauttaa kudosten osittaisen jatkuvuuden ja edistää kudoksen paranemisprosessia. (Nichols ym. 2019, 6-7.)

Remodellaatio eli uudistumisvaihe

Remodellaatio vaiheelle on tyypillistä sekä verisuonituksen että solupitoisuuden merkittävä väheneminen. Nämä muutokset syntyvät kahden ensimmäisen vaiheen aikana, kun granulaatiokudos kypsyy arveksi. Regeneratiivisemmissä kudoksissa, kuten luussa, tämä väliaikainen arpi korvataan lopulta elin-spesifisillä soluilla ja matriisilla, jotka palauttavat vahingoittumattoman kudoksen ominaisuudet. Sen sijaan aikuisten jännteillä ei ole luontaista kykyä uudistaa vaurioitunutta kudosta kokonaan ja alkuvaiheen parantumisvaiheessa syntynyt fibrovaskulaarinen arpi ei koskaan uusiudu kokonaan. Syytä tähän jänteen uudistumisen puutteeseen ei tunneta, vaikka sen uskotaankin johtuvan jännesolujen kyvyttömyydestä uudistaa väliaikaista kollageeni tyypin III-pitoista matriisia alkuperäiseen jänteen tyypin I kollageeni pitoiseksi matriisiksi. (Nichols ym. 2019, 8-9.)

Taulukko 2. Jänteen paranemisvaiheet (Nichols, Best & Loiselle 2019).

6.4 Sidekudos ja faskia osana jänteen toimintaa

Lihaksia eri rakennetasoilla ympäröivä sidekudos toimii lihas- ja jännekudoksen kanssa tiiviissä yhteistyössä. Yleisimmän määritelmän mukaan sidekudos jaotellaan kahteen eri osaan, löyhään ja tiiviiseen sidekudokseen. Näistä kahdesta löyhä sidekudos muodostuu fibroblasteista, kollageeniproteiineista ja elastisista syistä, kun taas tiivis sidekudos muodostuu pääosin tyypin I kollageenisyistä, jotka voivat olla järjestäytyneitä tai järjestäytymättömiä. Jänneet muodostuvat tiiviisti järjestäytyneestä useista päällekkäin muodostuneista sidekudos kerroksista. Faskiaksi kutsutaan tiiviisti järjestäytymättömiä sidekudoksia, jotka peittävät ja ympäröivät sisäelimiä ja lihaksia. Löyhä sidekudos puolestaan muodostaa yhdessä kudoksen kanssa niin sanotun matriisin, jolla on useita eri tehtäviä, kuten solujen rakenteen ja toiminnan suojaaminen, solujen yhteenliittäminen, solujen välisten kemiallisten viestien välittäminen ja diffuusion mahdollistaminen eri kudosten välillä. (Kauranen 2021, 46.)

Faskiakalvot voidaan määritellä aktiivisina rakenteina, jotka peittävät lihaksia ja lihasryhmiä kehon eri alueilla. Faskioiden normaalilla toiminnalla ja elastisuudella on huomattavan suuri vaikutus lihasten jänteveyteen ja supistustoimintaan. (Holmström ym. 2020, 288.) Faskiaksi voidaan sanoa myös löyhän sidekudoksen muodostamaa koko kehoa ympäröivää yhtenäistä ja jatkuvaa faskiaverkkoa (Kauranen, 2021, 46). Koko kehoa ympäröivä faskiaverkko kykenee siirtämään yksittäisten lihasten tuottamia voimia laajemmalle alueelle kehossa (Kauranen,

2021, 46), toisin sanoen tämä faskian aktiivinen toiminta avustaa siis lihasten tuottamien voimien siirtämistä luihin tehden kehon liikkeitä taloudellisempaa. Kaurasen (2021, 46) mukaan faskioita voidaan kuvata plastisina ja viskoelastisina sidekudosverkostoina, jotka välittävät lihasten tuottamia voimia anatomisten rakenteiden välillä liimamaisten proteoglygaanimolekyylien avulla. Tutkimuksissa on saatu myös viitteitä faskian mahdollisesta ominaisuudesta supistua itsenäisesti myofibroblastien avulla, ilman lihaksen supistumistoimintaa, eli myofibroblastien supistuminen ei ole tahdonalaista, vaan ärtymisen laukaisee mekaaninen jännitys, venytys tai tietyt kemialliset yhdisteet. (Kauranen 2021, 46.)



Kuvio 5: Myofaskialinjoja, patellajänne osana superficial front linea. (Myers 2016.)

7 Patella tendinopatia

Patella tendinopatialla eli hyppääjän polvella tarkoitetaan patellajänteen proksimaalista kiputilaa, joka esiintyy paikallisena kipuna patellajänteen kiinnityskohdassa luuhun. Sen sijaan patellajänne on keskeltä ja alemmaa yleensä oireeton. (Orava 2012, 217.) Patella tendinopatia eli toiselta nimeltään hyppääjän polvi on yleinen polven etuosan rasitusvamma, ja sitä esiintyy erityisesti voimakkaita hyppyjä vaativissa urheilulajeissa. Suurin osa patella tendinopatiasta kärsivistä urheilijoista harjoittelevat kovatehoisesti, ja kuvailevat olevansa hyviä hyppäämisessä ja nopeissa suunnanmuutoksissa. Jännekipu vaikuttaa urheilijoiden suorituskykyyn, ja mahdollisuuteen osallistua täysipainoiseen harjoitteluun. (Rudavsky & Cook 2014, 122.)

Patella tendinopatia on kliininen diagnoosi patella jänteen kivusta ja toimintahäiriöstä. Se ilmenee usein korkeaenergisessä jänteen kuormituksessa, kuten voimakkaiden hyppyjen ja suunnanmuutosten yhteydessä. Kun oireet ovat pahentuneet, päivittäisen elämän normaalit aktiviteetit voivat myös olla hankalia ja kivuliaita, kuten esimerkiksi liikkuminen portaissa, kyykkyyden meneminen, istumasta seisomaan nousu ja pitkäaikainen istuminen. (Rudavsky, Cook 2014, 122.) Patella tendinopatiaa ilmenee pääosin suhteellisen nuorilla henkilöillä eli

noin 15- 30-vuotiailla. Potilaat ovat yleensä urheilijoita, ja suurimmaksi osaksi miehiä, jotka osallistuvat hyppyjä sisältäviin urheilulajeihin kuten koripalloon tai lentopalloon, mutta myös muihin patellajännettä kuormittaviin lajeihin, kuten tennikseen tai jalkapalloon. Hypyt ja niistä laskeutuminen sekä nopeat suunnanmuutokset vaativat patellajänteeltä toistuvaa ”jousimaista” energian varastoitumista ja sen purkamista, joka onkin avain tehokkaille suorituksille. Tällaisen plyometrisen kuormituksen liian tiheästi ja raskaasti toistaminen voi johtaa jännekipuun. (Cook ym. 2016,1.)

Jännekipun aiheuttajaa selvittäessä on tärkeää ottaa huomioon potilaan jänteen kuormitushistoria ja muut taustatekijät. Klassisesti jännekipun on nähty johtuvan jänteen ylikuormituksesta, josta on tunnistettu kaksi yleistä ylikuormitusskenaariota. Nämä kaksi skenaariota ovat suuri kokonaiskuormituksen lisääntyminen potilaalle normaalista kuormituksen määrästä tai palaaminen tavalliseen harjoitteluun huomattavan pitkän lepojakson jälkeen. Huippu-urheilijoilla voi olla toistuvasti harjoittelu- ja lepojaksoja loukkaantumisten ja lomajaksojen aiheuttamien taukojen vuoksi, mikä vähentää jänteen kuormituksen sietokykyä ja altistaa näin ollen jännettä ylikuormitukselle. (Rudavsky ym. 2014, 124.)

7.1 Patella tendinopatian oireet ja diagnoosi

Ensimmäinen kliininen haaste on selvittää, onko patellajänne todella potilaan oireiden lähde, vai onko kivun taustalla kuitenkin jotain muuta. Patella tendinopatia on yksi yleinen polven etupuolella kipua aiheuttava tuki- ja liikuntaelinvaikeus. Patella tendinopatialla on kuitenkin keskeisiä kliinisiä piirteitä, joita ovat polvilumpion alaosaan paikantuva kipu ja kuormitukseen liittyvä kipu, joka voimistuu polven ojentajalihaksiin kohdistuvan kuormituksen lisääntyessä. Patella tendinopatian muina oireina voi olla muun muassa kipu kyykätessä, portaissa liikkuesssa tai pitkään istuessa polvet koukussa. Toisaalta nämä oireet voivat viitata myös muihin vaivoihin, kuten patellofemoralaaliseen kipuun tai muihin patologioihin. (Malliaras ym. 2015, 888.) Patella tendinopatian kipualueella lumpion alakärjen kohdalla ilmenee ajoittain myös turvotusta ja pieni painoarka alue. Arkuutta ei useinkaan saada esille polven ollessa koukussa. Sen sijaan ojentunutta ja rentona olevaa polvea palpoimalla löytyy usein selkeä kipukohta patellajänteen proksimaalisesta kiinnityskohdasta. Kipukohdalla ilmenee usein lievän turvotuksen ohella resistenssihymy. Hiljalleen alkava ja paheneva patellajänteen oireilu viittaa yleensä arpeutumiseen ja nopeasti alkanut voimakkaan kivulias oireilu viittaa puolestaan osittaiseen repeämään. (Orava 2012, 217-218.)

Patella tendinopatian diagnostiikan kannalta alaraajojen perusteellinen tutkimus on tarpeen tehdä lonkan, polven, nilkan ja jalkaterän alueen toiminnallisten puutteiden havaitsemiseksi. Jännekipun taustalla havaitaan usein painovoimaa vastustavien lihasten atrofiaa tai heikentynyttä lihasvoimaa. Niiden toimintaa voidaan arvioida objektiivisesti erilaisilla

kliinisillä testeillä, kuten toistettavalla siltaliikkeellä tai yhden jalan kyykyllä, vastustetulla polven ojennuksella ja toistuvilla pohjenousuilla. Jalkaterän asento ja suuntaus, nelipäisenreisivilihaksen ja hamstringien joustavuus sekä nilkan dorsifleksion liikelaaajuus on liitetty patella tendinopatiaan, ja näin ollen ne tulisi myös tutkia huolellisesti mahdollisten puutteiden havaitsemiseksi. (Malliaras ym. 2015, 888.)

7.2 Kipukäyttäytyminen

Jännekipu esiintyy heti kuormituksen yhteydessä ja loppuu yleensä melkein välittömästi kuorman poistamisen jälkeen. Kipua esiintyy harvoin lepotilassa. Kipu voi helpottua myös toistuvalla kuormituksella ("lämpenemisilmiö"), mutta tällaisen plyometrisen aktiviteetin jälkeen seuraavana päivänä saattaa tuntua voimistunutta kipua. Patella tendinopatialle kaikkein keskeisintä on kuormitukseen liittyvä kipu, ja tutkimuksilla tulisikin osoittaa, että kipu kasvaa jänteeseen kohdistuvan kuormituksen suuruuden tai nopeuden kasvaessa. Esimerkiksi kivun tulisi lisääntyä edetessä matalasta kyykystä syvempään kyykkyyn ja pienemmästä ponnistuksesta korkeampaan ponnistukseen, jolloin jänteeseen kohdistuva mekaaninen kuorma kasvaa. (Malliaras ym. 2015, 888.)

7.3 Hyppääjän polvi vai laskeutujan polvi?

Plyometrinen suoritus voidaan arvioida tarkkailemalla hyppäämistä. On todisteita siitä, että patella tendinopatiasta kärsivät henkilöt käyttävät jäykän polven strategiaa hypyistä laskeutuessa. Tällä tarkoitetaan, että polven fleksio on vähentynyt, ja tällöin joustoa pyritään hakemaan enemmänkin lonkan ekstensiolla kuin fleksiolla. Tällaista strategiaa on havaittu myös oireettomien, mutta patellajänteen patologisista muutoksista kärsivien keskuudessa. Optimaalisinta olisi yrittää jakaa kuorma koko kineettisen ketjun läpi. (Malliaras ym. 2015, 888.) Korkeita ja voimakkaita hyppyjä tekevät urheilijat ja muut potilaat ovat alttiimpia patella tendinopatialle, koska suurempi hyppykorkeus tuottaa suuremman reaktivoiman patellajänteeseen laskeutumisvaiheen aikana. Tällöin voima saattaa ylittää hyppääjän painon jopa 4-5 kertaa (Biernat, Trzaskoma, Trzaskoma & Czaprowski 2013, 44).

Tieteellinen tutkimus viittaa siihen, että horisontaalisesta hypystä laskeutuminen on suurin uhka patella tendinopatian kehittymiselle. Kuten edellisessä kappaleessa mainittiin, niin polven vähäinen fleksio hypyjen laskeutumisessa liittyy patella tendinopatian oireiden puhkeamiseen, mutta vastaavasti polven joustavan laskeutumismallin käyttö näyttää olevan toimiva strategia patella tendinopatian ennaltaehkäisyssä. Yhdessä nämä havainnot osoittavat, että kineettisen ketjun toiminnan parantaminen ja laskeutumismallien muuttaminen ovat potentiaalisia välineitä patella tendinopatian terapeuttisen harjoittelun tarpeisiin ja ennaltaehkäisyyn. (Wan der Worp, Diercks, van den Akker-Sceek, Zwerver 2014, 714.)

7.4 Kivun ärtyneisyyden arviointi ja VISA-P

Kivun ärtyneisyyden arviointi on olennainen osa patella tendinopatian hallintaa. On normaalia, että jännekudos on kipeä tunteja harjoittelun jälkeen, ja tutkimukset ovatkin ehdottaneet, että kivun tunteminen jopa 24 tuntia kuntouttavan harjoittelun jälkeen olisi hyväksyttävää. Jännekipu määritelläänkin tyypillisesti ärtyneeksi silloin, jos kipua ilmenee yli 24 tunnin ajan. Yleensä oireiden paheneminen ilmenee erityisesti silloin, kun jännettä kuormitetaan voimakkaasti. Victorian Institute of Sport Assessment-Patella (VISA-P) -kyselylomake on validoitu kipu- ja toimintakykymittari, jota voidaan käyttää myös oireiden vakavuuden arviointiin ja tulosten seuraamiseen. VISA-P on 100 pisteinen asteikko, jossa korkeammat pisteet ilmentävät parempaa toimintakykyä ja vähemmän kipua. (Malliaras ym. 2015, 888.) VISA-P on yksinkertainen kyselylomake, joka koostuu kahdeksasta kysymyksestä, joiden täyttäminen vie alle viisi minuuttia, eli sen täyttäminen on yksinkertaista ja vaivatonta, ja potilaat pystyvät yleensä täyttämään sen itse ilman apua. Se on validi ja luotettava lopputulos patella tendinopatiaa sairastaville potilaille. (Stasinopoulos 2016, 3.) Kuusi kahdeksasta kysymyksestä arvioidaan visuaalisen analogisen asteikon, eli VAS-asteikon, avulla. VAS-asteikossa kysymyksiin vastataan 0-10 välillä, jossa 10 edustaa optimaalista terveyttä. Oireettoman urheilijan maksimipisteet ovat VISA-P:ssä yhteensä 100 pistettä. Alin mahdollinen pistemäärä voi teoriassa olla siis 0 ja alle 80 pistettä kyselyssä saaneella voidaan todeta toimintahäiriö. VISA-P tulisi suorittaa lähtötason tutkimusmenetelmänä, jotta saadaan selville potilaan sen hetkinen kipu ja toimintakyky, ennen kuntoutuksen valitsemista ja aloittamista. (Rudavsky ym. 2014, 124.) Mittarin pienin kliinisesti merkittävä ero on 13 pisteen muutos. VISA-P ole kovinkaan herkkä pienille toimintakyvyn muutoksille, jonka vuoksi VISA-P: tä tulisi käyttää neljän viikon jaksoissa tai pitemmällä aikavälillä. (Malliaras ym. 2015, 888.)

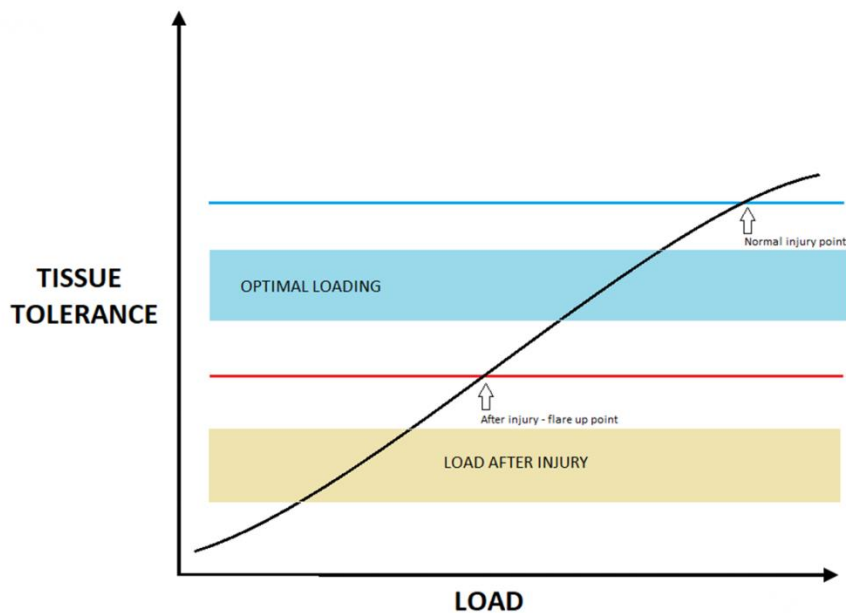
Tutkimuskysymykseni ulkopuolelle rajasin toimintakyvyn käsitteen, sillä patella tendinopatian kivun lievittyminen johtaa VISA-P pisteiden mukaan myös toimintakyvyn paranemiseen. Kipu inhiboi yksilön kykyä käyttää jänteen elastista kapasiteettia, vaikuttaen negatiivisesti yksilön toimintaan ja suoritukseen (Mascaro ym. 2018). Eksentrisissä ja heavy slow resistance interventioissa halutaan ilman muuta kivun lievityksen ohella parantaa toimintakykyä, mutta mielestäni patella tendinopatiassa kivun lievittyminen johtaa siis samalla jänteen, polven ja koko yksilön parempaan toimintakykyyn, jonka vuoksi termi ”toimintakyky” jäi tutkimuskysymyksen selkeyden vuoksi tutkimuskysymykseni ulkopuolelle. Mielestäni matalat pisteet luonnollisesti kertovat kivun ohella yksilön- ja polven toimintakyvyn laskusta. Suurin osa patella tendinopatiasta kärsivistä ovat kovatehoisia urheilijoita, ja he usein valittavat, että jännekipu vaikuttaa heidän suorituskyykynsä heikentäen kykyä osallistua urheiluun. (Rudavsky & Cook 2014, 122.) Myös oma kokemukseni ammattuurheilijana tukee tätä ajatusta, että kipu vähentää suorituskyykyä, kun taas kivun lievittyminen parantaa suorituskyykyä. Näiden seikkojen vuoksi halusin opinnäytetyössäni keskittyä kivun lievityksen tehokkuuden

tutkimiseen ymmärtäen kuitenkin, että se kulkee aina käsi kädessä toimintakyvyn/suorituskyvyn (function) kanssa.

8 Kuormituksen sietokyky

Jänteen kuormituksen sietokyvyn parantaminen on tärkeää loukkaantumisten ehkäisemisessä ja urheiluun liittyvän suorituskyvyn parantamisessa. Kuitenkin haastavaa on se, millä tavoin voimme parantaa kuormituksen sietokyvyn kapasiteettia patologisessa jänteessä, ja näin vähentää kipua jänteen alueella. Jännekipuun saattaa liittyä jänteen epänormaali rakenne, yksilön heikentynyt suorituskyky ja heikentynyt kuormituksen sietokyky, jonka nähdään yleensä johtuvan kivusta tai vaurioituneesta jänteen rakenteesta tai näistä molemmista. (Docking & Cook 2019, 304.) Jänteen kuormitukseen liittyvät tekijät ovat keskeisimpiä asioita, jotka vaikuttavat jänteen kuormituksen sietokykyyn, mutta näiden lisäksi myös ruokavalioon ja painonhallintaan liittyvät elintavat, yleisterveyteen liittyvät tekijät ja henkilön loukkaantumishistoria voivat vaikuttaa kuormituksen sietokykyyn (Tarnanen 2020, 253).

Patella tendinopatiassa jänteen kuormituksen sietokyky heikkenee kivun vuoksi. Koska kipu johtaa kuormituksen vähenemiseen, tämä kuormituksen väheneminen vaikuttaa osaltaan negatiivisesti taas jänteen rakenteisiin ja mekaanisiin ominaisuuksiin, mikä puolestaan johtaa sopeutumattomuuteen ja jänteen kuormituksen sietokyvyn laskuun. Tämän lisäksi kipu ja siihen liittyvä käyttämättömyys aiheuttavat negatiivisiä vaikutuksia lihasvoimaan ja koko kineettisen ketjun toimintaan. Kivun poistaminen lääketieteellisellä toimenpiteellä ei johda välittömään kuormituksen sietokyvyn kasvuun, koska paikallinen jänne ei tästä huolimatta sopeudu kuormitukseen. Vaikka kipua täytyykin huomioida ja vähentää tendinopatiassa, niin silti kuormituksen sietokykyä pitää asteittain kehittää jänteen adaptaation avulla tai muuten vaiva ei parane. Keskeinen kysymys on, miten patologinen jänne sopeutuu lisäämään sen kuormituksen sietokykyä. (Docking & Cook 2019, 304.) Toisaalta on ehkä järkevämpää ajatella, että harjoittelun aiheuttama mekaaninen kuormitus suunnataan patologisen kudoksen sijaan jo olemassa olevaan terveeseen jännekudokseen ja sen kuormituksen sietokyvyn progressiiviseen kasvattamiseen (Tarnanen 2020, 249).



Kuvio 6: Kudoksen sietokyvyn mekaaninen/biokemiallinen lasku (Gray 2021).

Kuormituksen sietokyky ei liity patologian esiintymiseen tai sen laajuuteen. Suuri osa oireettomia patologisia jäniteitä on havaittu eri jäniteissä ja erilaisissa populaatioissa. (Docking & Cook 2019, 304-305.) Dockingin ja Cookin (304) mukaan patologia ei näytä vaikuttavan yksilön kuormituksen sietokykyyn, mistä eri tutkijoilla on kuitenkin ollut eriäviä mielipiteitä. Mielenkiintoinen löydös on se, että 26 %:lla juniorikoripalloilijoista löytyi oireeton patellajänteen patologia. Eroa ei havaittu myöskään patologian ja harjoittelutuntien määrän suhteen, mikä viittaa siihen, että kuormituksen sietokyky ei ollut muuttunut rakenteellisen patologian takia. Tutkimusnäyttöön perustuen voitaisiin sanoa, että kipu ja patologia eivät näytä korreloivan keskenään, eikä patologian laajuus näytä vaikuttavan kuormituksen sietokykyyn. Tämä osoittaaakin, että kudokset sopeutuvat huomioiden jänteen patologian. Tämä sopeutuminen voi tapahtua metabolisesti aktiivisemman kudoksen, kuten lihasten ja/tai keskushermoston alueella. On epäselvää, mitä muutoksia tapahtuu paikallisesti jänteen tasolla, jotka voisivat helpottaa positiivista adaptaatiota kuormitukseen, jos niitä ylipäättään tapahtuu. (Docking & Cook 2019, 304-305.)

8.1 Jänteen adaptaatio kuormitukseen

Adaptaatio on kudoksen positiivinen vaste siihen kohdistuville ärsykkeille, joiden avulla se muuttaa rakennettaan tai toimintaansa sopeutuen parhaalla mahdollisella tavalla ympäristöönsä. Tätä tietoa tarvitsemme myös siksi, että ymmärtäisimme miten harjoittelu voi parantaa suorituskykyä ja miten voimme minimoida loukkaantumisriskit. Jänteissä on tunnistettu lukuisia eri kudostyyppejä kuormitukseen. Muutokset jänteen mitoissa, rakenteessa, mekaanisissa ominaisuuksissa ja verenkierron on raportoitu vasteena mekaanisiin ärsykkeisiin. Jänteillä voi olla paradoksaalinen vaste kuormitukseen, koska kuormitus voi aiheuttaa positiivisen adaptaation, mutta se on kuitenkin myös keskeinen tekijä jänteen patologian ja kivun kehittymisessä. Jänteen patologia on riskitekijä oireiden kehittymiselle, mutta oireettomien jännepatologioiden korkea määrä viittaa siihen, että myös patologisen jänteen on sopeuduttava, jotta se kykenee sietämään kuormitusta. Lisäksi on olemassa koko ajan enemmän todisteita siitä, että jänteen uudistaminen (remodellaatio) tai korjaaminen ei ole tarpeen kuntoutuksen jälkeisen positiivisen kliinisen tuloksen saamiseksi. Tämä viittaa siihen, että jänteen on sopeuduttava muiden mekanismien kautta, kuten hermoston adaptaation kautta. (Docking & Cook 2019, 300.)

Kuntoutuksen kannalta on tärkeää myös ymmärtää, että kuormituksella voi olla niin positiivinen kuin negatiivinenkin vaikutus jänteeseen. Kuormituksen negatiiviset seuraukset voivat johtaa jänteen patologiaan, kipuun ja heikentyneeseen jänteen toimintaan. Sen sijaan harjoittelun positiiviset vasteet sisältävät jänteen edistyneen kyvyn sietää kuormitusta. Jänteiden katsottiin alun perin olevan metabolisesti reagoimattomia mekaanisiin ärsykkeisiin, mutta lukuisat tutkimukset ovat osoittaneet, että jänne voi reagoida sekä metabolisesti että ilman metabolisia vaikutuksia mekaanisiin ärsykkeisiin. Tutkimukset osoittavat jänteiden reagoivan mekaanisiin ärsykkeisiin lukemattomilla eri tavoilla, mutta ne eivät pysty vielä osoittamaan, miten nämä monimutkaiset biokemialliset ja mekaaniset vasteet edistävät jänteen tai henkilön positiivista adaptaatiota kuormitukseen, ja tarvitsemmekin tästä tulevaisuudessa lisätietoa. (Docking & Cook 2019, 300.)

Tuki- ja liikuntaelimestöön kohdistettava mekaaninen kuormitus muuntautuu solutasolla solujen väliseksi tai solujen sisäiseksi biokemialliseksi vasteeksi, jonka seurauksena tapahtuu kudosten rakenteellisia ja toiminnallisia muutoksia. Edellä kuvattua ilmiötä kutsutaan mekanotransduktioksi, jossa elimistön kudokset hyödyntävät kykyään adaptoitua niihin kohdistuviin ärsykkeisiin. Terapeuttisen harjoittelun keskeisenä elementtinä on siis hyödyntää mekanotransduktiota, jossa käytetään hyväksi tuki- ja liikuntaelin kudosten kykyä adaptoitua niihin kohdistuviin mekaanisiin kuormituksiin. Kudosten kuormitukseen liittyvä adaptaatio voi ilmetä vaihtelevilla tavoilla, kuten kudosten hypertrofiana ja mekaanisten ominaisuuksien kehittymisenä, mutta näiden lisäksi tutkimuksissa on myös saatu viitteitä mahdollisesta degeneroituneen kudoksen uudistumisesta. Tärkeää on kuitenkin huomata, että kudosten

hypertrofian ja mekaanisten ominaisuuksien kehittyessä niiden kuormituksen sietokyky kasvaa, jonka seurauksena myös yksilön toimintakyky paranee. (Tarnanen 2020, 250.)

8.2 Harjoittelun ja kivun välinen suhde

Nykyään ymmärrys harjoittelun aikana tuntuvasta sallitusta kivusta on muuttunut, sillä aikaisemmin ajateltiin, että kipua ei saisi tuntua lainkaan harjoituksen aikana. Viimeisen vuosikymmenen aikana käsitys on muuttunut kivun kannalta hyväksytyyn suuntaan, kunhan se ei merkittävästi muuta liikkeen suoritustapaa. Tämän päivän käsityksen mukaan kipua saa tuntua harjoittelun aikana, mutta harjoittelun jälkeisen yleisen kiputason ei tulisi merkittävästi lisääntyä. Näiden kriteerien täytyessä harjoittelun nähdään olevan hyväksytyllä tasolla. Nykyään ajatellaan, että kivun kanssa harjoittelu on sallittua ja asiakkaita voidaan jopa rohkaista harjoittelemaan siedettävän kiputunteumuksen kanssa. Tästä on olemassa meta-analyysitason näyttöä, joissa kivun kanssa suoritettujen harjoitusinterventiot ovat vähentäneet kipua tehokkaammin kuin kivuttomat harjoitusinterventiot. VAS janallakin kiputunteumus, joka on alle 5, nähdään jännekuntoutuksessa hyväksyttävänä harjoittelun aikaisena kiputunteumuksena, sillä nykypäivän tutkimustiedon mukaan ajatellaan, että siedettävään kipuun asti harjoittelu on näyttöön perustuvaa harjoittelua. (Tarnanen 2020, 244.) Kipu on tietysti aina subjektiivinen kokemus, jonka vuoksi optimaalisen kuormituksen määrän annostelu ei ole yksiselitteistä.

8.3 Patella tendinopatian kuormituksen sietokyvyn testaus

Kuormituksen sietokykyä voidaan testata erilaisilla menetelmillä. Sitä voidaan testata muun muassa kivun provokaatiotestillä, kuten yhden jalan laskusuuntaisella kyykyllä, joka tulisi suorittaa vartalo pystyasennossa ja 90° polven fleksiolla tai kivun sallimalla suurimmalla polvikulmalla. Testin aikana kipua arvioidaan numeerisella luokitusasteikolla (NPRS) polven kivuliaimmassa fleksiokulmassa. Testi toistetaan joka päivä samaan aikaan päivästä, koko kuntoutusprosessin ajan. Koska jännekipu liittyy läheisesti kuormitukseen, jänneen kipuvastetta testissä esiintyvään kuormitukseen kuvataan kuormituksen sietokykynä. Jos kuormitustestin kiputulos on palannut lähtötasolle 24 tunnin kuluessa aktiviteetin- tai jänneeseen kohdistetun harjoittelun jälkeen, voidaan sanoa, että kuormitus on siedetty ja tällöin voidaan lisätä harjoittelun aiheuttamaa mekaanista kuormaa. Jos kipu on pahentunut 24 tunnin kuluessa, niin kuormituksen sietokyky on ylitetty ja tällöin kuormitusta ei tulisi kasvattaa. Kivun arviointi on tärkeämpää suorittaa säännöllisesti samalla vakioidulla kuormituksen sietokykyä arvioivalla testillä, kuin arvioida sitä harjoittelun yhteydessä esiintyvällä kivulla. Kuormituksen sietokykyä arvioivalla testillä arvioidaan siten harjoittelun progressiivista etenemistä. (Malliaras ym. 2015, 891.)

9 Jänteen patologia

Kuntoutussuunnitelman kehittäminen tendinopatiaa sairastavalle henkilölle vaatii monimutkaista kliinistä päättelyä liittyen henkilön patoanatomiseen diagnoosiin ja toiminnallisiin vaatimuksiin. Tendinopatia ja sitä seuraava kuntoutus vaihtelevat huomattavasti riippuen patologian kohdasta (insertio- tai keskikohta), tendinopatian vaiheesta, toiminnallisesta arvioinnista, henkilön kuntotasosta ja koko kineettisen ketjun toiminnasta. (Mascaro ym. 2018, 20.) Tämän vuoksi lienee tärkeää, että fysioterapian ammattilainen ymmärtää jännepatologian pääpiirteitä, jotta asiakkaan yksilöllisen hoitopolun muodostaminen onnistuu patologian vaihe huomioiden.

Tendinopatian patologia ja siihen liittyvät merkittävimmät biologiset muutokset jänteessä ovat muodostaneet useita patoetiologisia malleja kirjallisuudessa. Jänteen patologian jatkumo malli eli continuum model of tendon pathology, mikä esiteltiin vuonna 2009, muodostui kliinisistä ja laboratorio tutkimuksista johtaen tendinopatian nykyisiin hoitosuosituksiin. Jatkumo malli esitti teorian asteittain etenevästä tendinopatiasta perustuen jänteessä ilmeneviin muutoksiin ja jänteen (rakenteen) epäorganisoidumisen leviämiseen. Kuitenkin tendinopatian luokittelu liittyen siinä tapahtuvien rakenteellisten muutosten ja pääkipumekanismien osalta on yhä haasteellista määrittää. Rakenteiden, kivun ja toimintakyvyn yhteydet toisiinsa eivät ole vielä täysin ymmärrettyjä, mikä on tehnyt tendinopatian hoidosta omalta osaltaan monimutkaista. (Cook ym. 2016, 1.)

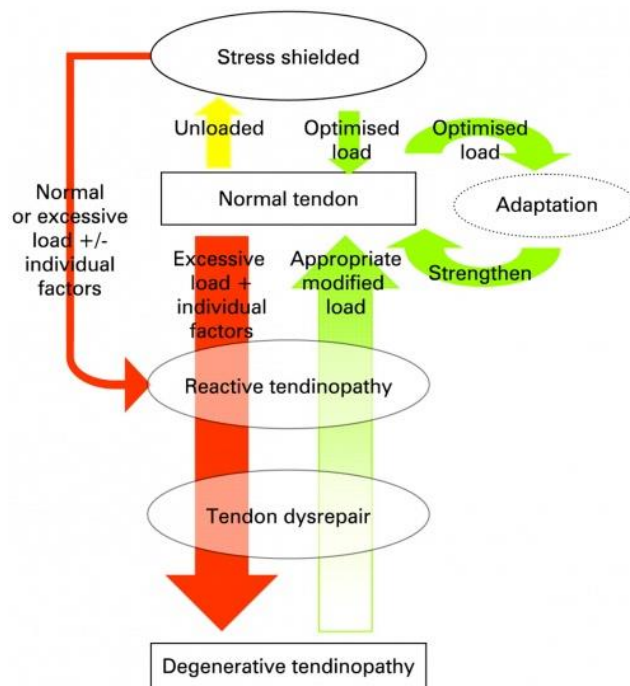
Kuormituksen on osoitettu olevan jänteille sekä anabolista että katabolista. Toistuva jänteen energian varastointi ja vapauttaminen sekä liiallinen kompressio näyttävät olevan avaintekijöitä tendinopatian puhkeamiseen. Patologiaa aiheuttavan kuormituksen määrä (volyymi, intensiteetti, frekvenssi) ei ole kuitenkaan täysin selvää. Kuitenkin riittävä aika kuormitusten välillä vaikuttaa tärkeältä, jotta jänne voi adaptoitua kuormitukseen, ja tämän vuoksi voimakkaan kuormituksen volyymi ja frekvenssi voivat vaikuttaa kriittisesti sekä normaalien että patologisten jänteiden kuormituksen sietokykyyn. Kuormitus on keskeinen pato-etiloginen tekijä, mutta sen lisäksi kuormituksen sietokykyyn vaikuttavat myös sisäisten tekijöiden, kuten geenien, iän, sukupuolen, biomekaniikan ja kehon koostumuksen välisen keskinäisen vuorovaikutuksen suhde. (Cook & Purdam 2009, 409.)

Mascaron ym. (2018, 20) mukaan tendinopatia vaikuttaa liittyvän jänteen patologiaan. Kuten aikaisemmin jo mainittiin, niin tästä tutkijoilla on ollut eriäviä mielipiteitä. Jänteen patologian patologiisiin piirteisiin kuuluvat solupitoisuuksien muutokset ja solunulkoisen matriisin hajoamista, johon on liitetty epäorganisoidunutta kollageenikudosta ja neurovaskulaarista kasvua. Endokriiniset tenosyytit ja hermopäätteet vapauttavat biokemiallisia aineita, kuten substanssi P:tä, joiden uskotaan vaikuttavan jännepiipun. (Mascaro ym. 2018, 20.) Jänteiden toistuvat mikrotraumat aiheuttavat mikroskooppisia

muutoksia. Näytteiden histologiset tutkimukset voivat paljastaa muun muassa jänteen degeneraation, neovaskularisaation, tenosyyttien määrän kasvun ja jännekudoksen mikrorepeämät. Toistuva mikrotrauma vaikuttaa tenosyytteihin, mikä puolestaan muuttaa elimistön proteiini- ja entsyymituotantoa. (Santana, Mabrouk & Sherman 2020, 4.)

9.1 Jatkumomalli, tendinopatian patoetiologisena mallina

Jänteen patologia on jatkumo, jonka kolme osittain päällekkäistä vaihetta ovat reaktiivinen tendinopatia, jänteen epäonnistunut paraneminen (dysrepair) ja degeneratiivinen tendinopatia (kuvio 7). Mallia kuvataan selkeyttämisen vuoksi kolmessa erillisessä vaiheessa, mutta nimensä mukaisesti se on jatkumo, joten vaiheiden välillä on päällekkäisyyttä. Mallissa ehdotettujen jänteen palautumisen rajoitusten mukaisesti kuormituksen vähentäminen voi antaa jänteen palata edelliselle rakenteen ja sietokyvyn tasolle jatkumossa. (Cook ym. 2009, 410.) Jatkumomalli on yksi tunnetuimmista jänteen patologian patoetiologisista malleista. Nämä jänteen patologia mallit voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan riippuen pää- tai avaintekijästä patologian muodostumisessa. Kategoriat ovat kollageenin hajoaminen/repeytyminen (disruption and tearing), tulehdus (inflammation) tai jänteen solujen vaste (tendon cell response). Useita muita malleja on myös yritetty esittää yhdistäen kipu ja keskushermosto patologiaan. (Cook ym. 2016, 1.)



Kuvio 7: Jännepatologian jatkumomalli (Cook 2009,410).

Kollageenin repeytymisen hypoteesia tarvitaan muutokseen, koska vaikuttaa sille, että normaalit kollageenisäikeet eivät voi repeytyä ilman merkittäviä muutoksia kollageenittomassa matriisissa. Lisäksi normaalin jänteen kollageenin pitkäikäisyys osoittaa, että kollageenin repeytyminen ja uudelleen muodostuminen eivät tapahdu kuormitukseen liittyen. Viimeaikaiset tutkimukset osoittavat jänteessä varhaisia muutoksia, kuten kollageeni säikeiden taipumista ja kollageeni matriisin väljentymistä. Kollageenin epänormaalin järjestäytymisen/repeytymisen perusteella vaikuttaa siltä, että jänteen patologia saattaa olla osittain peräisin jänteen solujen liian vähäisestä stimuloinnista johtuen repeytyneiden kollageenisäikeiden kyvyttömyydestä osallistua voiman välitykseen. Vaikka kollageenin repeytyminen ei välttämättä ole patologian keskeisin tekijä, voi jänteen solujen liian vähäinen stimulointi kuitenkin omalta osaltaan vaikuttaa degeneratiivisessa patologiassa. Sanotaan, että degeneratiivisen jänteen tietyt alueet voivat olla mekaanisesti ”hiljaisia” eli kyvyttömiä aistimaan ja siirtämään siihen kohdistuvia kuormia. On siis todettu, että degeneraatiosta johtuvan kollageenisäikeiden epäorganisoitumisen vuoksi ne eivät todennäköisesti kykene osallistumaan voimien välitykseen. Tämä jänteen solujen stimuloimattomuus voi siis selittää degeneratiivisen jännepatologian rajoittuneen palautumisen ja kyvyttömyyden uudistaa rakennettaan. (Cook ym. 2016, 1.)

Tulehduksen rooli jänteen vasteessa ylläpitämiseen on monimutkainen. Klassinen tulehduksellinen vaste jänteessä nähdään, kun jänne (ja sen verenkierto) repeää kokonaan tai osittain. Kudoksellinen vaste tämän tyyppiseen vammaan on moniulotteinen. Suuret immuunisolut ja tenosyytit vastaavat lisäämällä proteiinien synteesiä ja jänteen kokoa. Vaikka tulehduksellisia soluja onkin huomattu liittyvän patologiseen jänteeseen, vaste ei vaikuta kuitenkaan olevan perinteinen tulehduksellinen vaste. Lisääntyneet tulehduksellisten sytokiinin määrät, kuten COX-2, PGE-2, IL-6, IL1 ja transformoituva kasvutekijä (TGF) on havaittu ylläpitämistilassa tendinopatioissa. (Cook ym. 2016, 2). Myokiineilla on siis myös vaikutusta jänteen hypertrofiaan. Supistuvien filamenttien määrän lisääntymisellä voi olla vaikutusta kuormituksen sietokyvyn kasvattamiseen, kun kuormitus jakaantuu tällöin suuremmalle alueelle. On todettu, että interleukiini-6:n harjoitusvasteeseen vaikuttaa kaikkein eniten harjoittelun kesto, mutta myös harjoittelun intensiteetillä ja lihasmassalla on merkitystä. On viitteitä, joiden mukaan IL-6 vaste vaikuttaisi olevan jonkun verran vähäisempää eksentrisen harjoittelun vasteena. Säännöllisen harjoittelun on todettu vaikuttavan myokiinien pitoisuuksien ohella keskeisesti myös viskeraalisen rasvakudoksen esiintymiseen ja sen seurauksena matala-asteisen tulehduksen vähenemiseen. (Tarnanen 2020, 246-247.) Cook ym. (2016, 2) toteavat myös, että muutokset tulehdustekijöiden laskevissa määrissä vaikuttavat tapahtuvan syklisen kuormituksen vasteena. Vaikuttaa siis, että tulehdusreaktion seurauksena sairastuneen paikallisen kudoksen verivirtaus ja kapillaarien läpäisevyys kasvavat, josta syntyy turvotusta aktivoituneiden C-säikeet, mikä voidaan aistia kipuna (Holmström 2020, 40). Kuitenkin näiden tulehduksellisten tekijöiden läsnäolo ei

välttämättä tue yhteyttä siitä, että tulehdus olisi merkittävin osa tai päätekijä jänteen patologiassa, jonka vuoksi tulehduksen rooli tendinopatiassa on ristiriitaista (Cook ym. 2016, 2).

Tulehduksellisten sytokiinien määrän nouseminen jänteen patologiassa saattaa liittyä jänteen solujen toimintaan. Epätasapaino synteessin ja hajoamisen välillä voi johtaa jänteen kollageenikudoksen epäorganisoidumiseen. Vaikuttaa sille, että tulehdukselliset mallit ja patologia olisivat toisistaan erillisiä, mutta ne eivät välttämättä ole kuitenkaan toisiaan poissulkevia. Jänteen paranemisen kannalta on kuitenkin keskeistä, että jännesolut ovat mekaanisesti reagoivia, jonka seurauksena ne vapauttavat sytokiineja progressiivisen kuormituksen vaikutuksesta, joka tämän jälkeen stimuloi matriisia uudelleenmuodostumiseen eli hajoamiseen ja synteesiin. (Cook ym. 2016, 2.) Kuitenkin tulehduksen pitkittyessä sen seurauksena tapahtuva kudostuho ja arpikudoksen muodostuminen lisääntyvät, lisäten patologisen kudoksen määrää paikallisella alueella (Holmström 2020, 40).

Jänteen solujen vasteet voivat myös vaikuttaa keskeisesti patologian muodostumiseen. Jännesoluista tenosyytti on pääosin vastuussa ylläpitämään solun ulkopuolisen koostumuksen suhteessa sen ympäristöön. Silti muutokset jänteen kuormituksessa ja biokemiallisessa ympäristössä aistitaan jänteen solujen avulla, mikä voi johtaa moninaiisiin vaikutuksiin, kuten solujen aktivointiin, proteoglykaanien ilmaantumiseen ja kollageenin tyyppin muutoksiin. Nämä jännesoluissa tapahtuvat moninaiset muutokset saattavatkin selittää jänteen adaptaation kompressio tyyppiseen kuormitukseen, suoraan iskuvammaan tai krooniseen ylikuormitus vammaan. (Cook ym. 2016, 2.)

9.2 Rakenteiden, kivun ja toimintakyvyn suhde toisiinsa

Vaikka edellisessä osiossa esitellyn jatkumomallin vaiheet perustuvatkin ensisijaisesti rakenteellisiin muutoksiin, niin se ei kuitenkaan viittaa siihen, että rakenteen, kivun ja toimintahäiriön välillä olisi välttämättä suora yhteys. Tästä kivun ja rakenteellisten muutosten välisen epäselvän suhteen vuoksi jänteen sisäistä patologiaa voidaan lähinnä pitää vain tendinopatian riskitekijänä. Myös useat tutkimukset tukevat tätä väitettä, että taustalla oleva rakenteellinen patologia lisää oireiden kehittymisen riskiä. (Cook ym. 2016, 2.) Toisaalta patologian esiintymistä ja sen yhteyttä kipuun ei ole vielä pystytty riittävän luotettavasti osoittamaan, vaikka teoreettisesti se voikin olla merkittävä tekijä kivun muodostumisessa (Docking & Cook 2019, 304).

Jänteen patologinen kudosis ei pysty välittämään kuormitusta, mikä voi johtaa ylikuormitukseen terveessä jännekudoksessa ja jännekipuun. Tarvitsemme tulevaisuudessa lisää laadukasta tutkimusta kivun kehittymisen kannalta oleellisten rakenteellisten tekijöiden tunnistamiseen. (Cook ym. 2016, 2.) Kuitenkin oireettoman patologian suuri esiintyvyys viittaa siihen, että rakenteellisten muutosten läsnäolo tai laajuus ei ole keskeistä

määritettäessä kuormituksen sietokykyä. Se voi tarkoittaa, että jänne kykenee adaptoitumaan ja kompensoimaan huomioiden jänteen patologian. On viitteitä siitä, että adaptaatio ja kompensointi voisi tapahtua metabolisesti aktiivisemmän kudoksen, kuten keskushermoston alueella. (Docking & Cook 2019, 304-305.)

Rakenteen, kivun ja toiminnan välillä on siis osittain selviä ja epäselviä yhteyksiä, ja tarvitaankin lisää tutkimusta selvittämään niiden välisiä suhteita tarkemmin. Jännekipu liittyy osittain toimintakykyyn, sillä tendinopatia voi vähentää lihasvoimaa ja motorista hallintaa, ja tämä puolestaan heikentää edelleen toimintakykyä. Toimintakyvyn muutoksia esiintyy kuitenkin myös rakenteellisen patologian läsnä ollessa kivusta riippumatta. Tämä korostaakin rakenteen, kivun ja toimintakyvyn monimutkaista vuorovaikutusta. (Cook ym. 2016, 2.)

9.3 Kuormituksen hoitovaste osa adaptiivista vai patologista muutosprosessia?

Normaali jännekudos reagoi kuormitukseen sekä matriisin synteosillä että hajottamisella. On todettu, että kollageenin uusiutumisen määrä vaihtelee paljon riippuen mukana olevista proteiineista. Keskeistä on kuitenkin huomata, että kollageenin uusiutuminen on erittäin vähäistä luustonkasvun päättymisen jälkeen. (Cook ym. 2016,4.) Tutkimukset ovat osoittaneet, että jännekudos on suhteellisen reagoimaton eikä uusiudu 17 ikävuoden jälkeen, mikä viittaa siihen, että jänteen muodostuessa murrosiässä sen rakenne pysyy suhteellisen vakaana (Rudavsky ym. 2014, 123). Sen sijaan ei-kollaageeniset aineet, kuten proteoglykaanit syntetisoituvat ja hajoavat paljon nopeammin (päivissä). Tämän vuoksi ehdotetaankin, että ne voivat olla merkittävässä roolissa varhaisissa patologisissa ja adaptiivisissa muutoksissa. (Cook ym. 2016,4.)

Normaalin jänteen rakenne paranee urheilijoiden pitkäaikaisen harjoittelun aikana, joka voidaan nähdä ultraäänessä. Tämä tukee jatkumo mallissa ehdotettua adaptiivista mekanismia. Kuitenkin tässä samassa tutkimuksessa osalla osallistujista tendinopatia eteni reaktiiviseen patologiaan, jossa jänteen rakenne heikkeni ja kivut voimistuivat. Tämä korostaa, että kuormituksen vaikutus jänteen rakenteeseen voi vaihdella sisäisten riskitekijöiden (genetiikka, rasvapitoisuus, ikä jne.) ja muiden kuormitushistorian ominaisuuksien mukaan. Kuormituksen suuruus (magnitude) ja palautumisaika sekä lukuisat muut tekijät (kuormitusärsyksen tyyppi ja säännöllisyys) voivat vaikuttaa jänteen vasteeseen ja etenemiseen. Vaikuttaa sille, että on äärimmäisen vaikeaa yrittää määrittää jänteen vastetta patologisteksi tai adaptiiviseksi, koska nämä muutokset kuuluvat todennäköisesti suurempaan jatkuvuuteen tendinopatian kehittymisessä. (Cook ym. 2016, 4.)

9.4 Yhteenvedo jänteen patologiasta

Vaikka kivun ja jännepatologian välinen suhde on epäselvä, patologian läsnäolo näyttää olevan riskitekijä yksilön oireiden kehittymiselle. Siksi olisikin erittäin tärkeää, että

ammattilaiset ymmärtäisivät jännepatologiaa mahdollisimman kattavasti. Lyhyesti sanottuna jänneen patologia sisältää tenosyyttien määrän lisääntymistä sekä paikallisten aineiden ilmentymistä, mikä aiheuttaa turvotusta, matriisin hajoamista ja neovaskulaarista sisään kasvua jänneessä. Jatkumomalli ehdotti, että kuntoutus voidaan optimoida räätälöimällä interventiot patologian vaiheeseen ja kohdistamalla ne pääkipumekanismiin. Tendinopatia on moninainen kliininen esitys, mutta potilaiden kipuilmiöiden jaottelu rakenteen, kivun, toimintahäiriön ja kuormituksen sietokyvyn perusteella voivat antaa viitteitä siitä, miten ohjata sopivaa hoitoa kullekin potilaalle ja hänen yksilöllisille tarpeilleen. (Cook ym. 2016, 4-5.)

Degeneratiivisessa tendinopatiassa jänneen rakenteeseen vaikuttavat interventiot saattavat olla vähemmän merkityksellisiä, sillä patologialla näyttää olevan hyvin rajallinen palautuvuus. Vaikka alkuperäisessä jatkumomallissa ehdotettiin, että hoitojen tulisi keskittyä stimuloimaan soluja tuottamaan kollageenia ja uudistamaan matriisin rakennetta, on sittemmin osoitettu, että rakenteen muuttamiseen suunnitellut toimet eivät välttämättä johda näihin parannuksiin. Lisäksi patologinen jänne vaikuttaa tehokkaasti kompensoivan jänneen epäjärjestäytyneitä alueita kasvattamalla poikkileikkausmittaansa ylläpitääkseen riittävän määrän lihassäikeitä (fibrilla). Koska degeneratiivisella jänneellä on riittävä määrä supistumiskykyistä kudosta ja ottaen huomioon jänneen minimaalisen kyvyn uudistaa patologista kudosta, hoitostrategioiden tulisi olla suunnattu jänneen adaptaation kehittämiseen. Erityisesti hoidon tulisi tässä vaiheessa pyrkiä kehittämään kuormituksen sietokykyä terveessä jännekudoksessa, sen sijaan, että hoitoa yritettäisiin kohdistaa degeneratiiviseen jänneosaan. (Cook ym. 2016, 5.)

Tendinopatia voidaankin ymmärtää myös kipuna ja toimintahäiriönä, joka ei liity patologiaan, ja tietäen, että rakenteen, kivun ja toimintahäiriön välillä ei ole suoraa yhteyttä. Tämän vuoksi rakenteeseen perustuva luokittelu kyseenalaistetaan. Rakenteen, kivun ja toiminnan välistä vuorovaikutusta ei ole vielä täysin ymmärretty. Tendinopatian kliininen esiintyminen onkin reaktiivisten ja degeneratiivisten patologioiden hybridi, jossa rakenteellisesti "normaalilla" osalla on reaktiivinen vaste ja jänneessä on "hiljainen" degeneratiivinen osa, joka ei mekaanisesti ja rakenteellisesti kykene siirtämään vetovoimaa, ja tämä johtaa jänneen normaalin osan ylikuormitukseen. Jännekipu liittyykin osittain toimintaan, tendinopatiaan, heikentyvään lihasvoimaan ja motoriseen hallintaan, mikä samalla taas heikentää toimintakykyä. (Mascaro ym. 2018, 20.)

Riippumatta patologian käynnistävästä tapahtumasta, jänneen patologia määritellään merkittävänä soluvasteena kudosten loukkaantumiseen. On epätodennäköistä, että jokin malli selittäisi täysin kaikki jänneen patologian patoetiologian näkökohdat ja sen yhteydet kipuun ja toimintakykyyn, koska nämä prosessit ja niiden väliset suhteet ovat monimutkaisia. (Cook ym. 2016, 5.) Toisaalta tärkeää on myös ymmärtää, että kudospatologiat, kuten tendinopatiat

eivät todennäköisesti ole korjattavissa harjoittelun aiheuttamilla vasteilla. Todennäköisesti olisikin siis järkevämpää ajatella, että harjoittelun aiheuttama mekaaninen kuormitus suunnataan patologisen kudoksen sijaan jo olemassa olevaan terveeseen jännekudokseen ja sen kuormituksen sietokyvyn progressiiviseen kasvattamiseen. (Tarnanen 2020, 249.)

Jänteen adaptaation ymmärtäminen on kriittisen tärkeää, jotta voimme kehittää harjoitusohjelmia, jotka tähtäävät mekanotransduktion kautta kehittämään jänneiden kuormituksen sietokykyä ja parantamaan urheilijoiden fyysistä suorituskykyä (Docking & Cook 2019, 306). Kuormituksen sietokyvyn kasvattamisen voidaan ajatella olevan keskeinen tekijä perifeeristen hermosolujen herkkyyden vähentämisessä, mikä johtaa kivun lievittymiseen ja samalla polven parempaan toimintakykyyn. Mascaro ym. (2018, 20) mukaan juuri kipu inhiboikin yksilön kykyä käyttää jänteen elastista kapasiteettia, mikä vaikuttaa negatiivisesti yksilön toimintaan ja suoritukseen.

10 Patella tendinopatian terapeuttinen harjoittelu

Patella tendinopatian hoitoon on olemassa monia menetelmiä, mutta tutkimusnäyttöön perustuvia menetelmiä on kuitenkin vain rajallisesti (Uchida, Nakamura & Horibe 2017, 298). Jännekuntoutukseen onkin kehitetty useita erilaisia protokollia, joille kaikille on yhteistä kuormituksen lisääminen asteittain, yli 12 viikkoa kestävät pitkäkestoiset harjoittelujaksot, sekä se, että kipua ei nähdä harjoittelun esteenä. Nämä edellä mainitut tekijät ovatkin keskeisimpiä elementtejä jännekuntoutuksessa. (Tarnanen 2020, 255.) Kuntoutuksen päätavoitteena on kehittää kuormituksen sietokykyä jänteen alueella keskittymällä aluksi kivun lievitykseen, mitä seuraa progressiivinen kuormitus. Patella tendinopatian kuntoutuksessa käytetään heavy slow resistance, eksentrisiä ja isometrisiä harjoituksia. Tällaiset harjoitukset voivat lisätä kollageenisäikeiden uudistumista jänteessä. Tämä johtaa lihasjänne yksikön adaptaatioon fyysisen harjoittelun aiheuttamasta kuormituksesta. (Muaidi 2020, 536.)

Jännettä voidaan harjoittaa dynaamisesti tai isometrisesti, kun tavoitteena on vahvistaa sitä. Jänteen jäykkyyden lisäämisen kannalta harjoittelun tulisi olla riittävän intensiivistä, ja kuormituksen tulisi kestää ajallisesti riittävän pitkään, ainakin usean sekunnin ajan. Harjoittelun annostelussa tulee kuitenkin aina ottaa huomioon henkilön taustatekijät, joita ovat muun muassa kuormitustausta, muut sairaudet ja ikä. (Tarnanen 2020, 255.)
Terapeuttisessa harjoittelussa on myös tärkeää, että se perustuu fysioterapeutin tekemään yksilölliseen ja mahdollisimman tarkkaan tutkimukseen ja asiakkaan ongelman määrittämiseen (Kauranen 2021, 742), jotta fysioterapeutti pystyy sitten näiden tietojen ja

henkilön taustatekijöiden perusteella suunnittelemaan oikeanlaisen terapeuttisen harjoittelun. Tendinopatian hoidossa on tietenkin oleellista myös sen patologisen ilmiön ymmärtäminen (Uchida ym. 2017, 295.), josta olenkin kertonut tarkemmin kappaleessa 9. Seuraavissa kappaleissa on esitetty patella tendinopatian kuntoutuksessa yleisimmin käytettyjä terapeuttisen harjoittelun kuormitusinterventioita.

10.1 Lihassoimiharjoittelun lihastyömuodot

Lihassoimiharjoittelun lihastyömuodot voidaan jakaa kolmeen eri muotoon, jotka ovat isometrinen, konsentrisen ja eksentrisen harjoittelu. Isometrisessä lihaskäynnityksessä lihaksen ulkoinen pituus ei muutu, eikä lihaskäynnitys liikuta niveltä, eli toisin sanoen isometriset harjoitukset suoritetaan aina staattisesti yhdellä nivelkulmalla. (Kauranen 2014, 443-445.) Lihask- ja jännekudosten voimaominaisuuksia ja hypertrofiaa voidaan dynaamisten harjoitusmuotojen sijaan saada aikaiseksi myös isometrisillä harjoituksilla (Tarnanen 2020, 253).

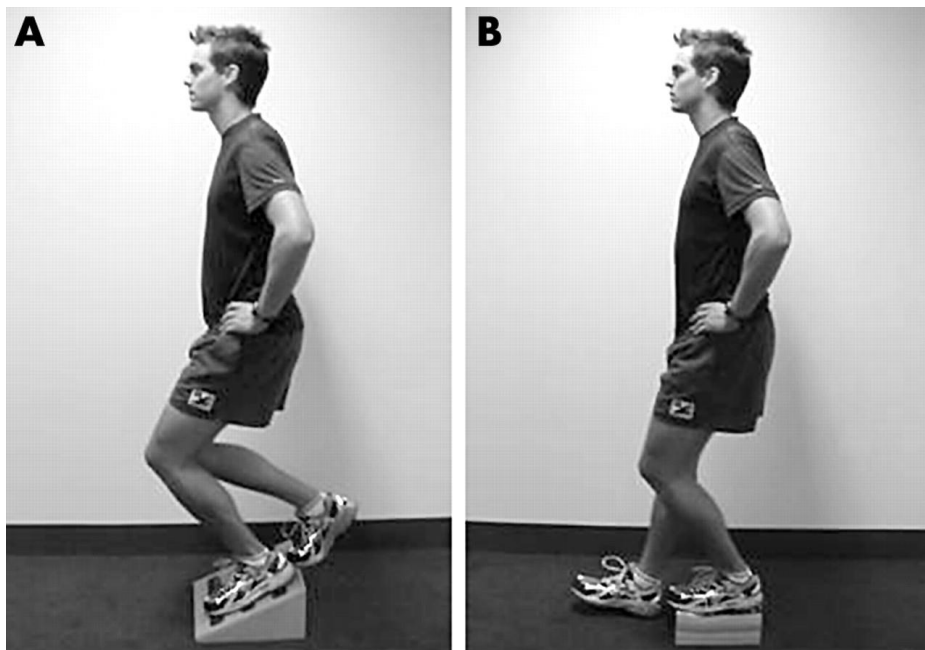
Konsentrisessä lihastyömuodossa lihaksen pituus puolestaan lyhenee, ja se saa aikaiseksi nivelen liikkeen. Konsentrisen lihassoimiharjoittelun suurimpana hyötynä on siinä, että se ei aiheuta suuria soluvaurioita lihaskudokseen, eikä kipeytä lihaksia samalla tavalla kuin eksentrisen harjoittelu. Myös eksentrisen lihastyömuoto on dynaamista, kuten konsentrisenkin. Eksentrisessä lihastyömuodossa lihaksen pituus pitenee, ja kyseinen lihastyömuoto tuottaa myös enemmän voimaa kuin muut edellä esitellyt lihastyömuodot. Joissakin tutkimuksissa onkin todettu, että eksentrisen harjoittelu kasvattaa tehokkaammin myös lihassoimaa. Mielenkiintoista on kuitenkin se, että toisten tutkimusten mukaan tehokkain menetelmä lisätä lihassoimaa on sellainen, jossa konsentrisen ja eksentrisen lihastyömuoto vuorottelevat. Plyometriseksi harjoitteluksi kutsutaan harjoitusmenetelmää, jossa yhdistyy sekä eksentrisen ja konsentrisen lihastyömuoto jousimaisella lihaksen elastisia komponentteja hyödyntävällä tavalla. Plyometrisessä harjoittelussa suoritetaan nopeita ja voimakkaita liikkeitä, joissa hyödynnetään lihaksen esivenytystä ja venymislyhenemis-sykliä. (Kauranen 2014, 445-447.)

Kuten aikaisemminkin on mainittu, niin terapeuttisen harjoittelun yksi parhaiten tutkituista interventioista on eksentristen harjoitusten käyttäminen (Saithna, Gogna, Baraza, Modi & Spencer 2012, 553.). Niistä on tullut suosittu hoitomalli patella tendinopatiale, ja tämä onkin vaikuttanut merkittävästi niiden tehokkuutta tutkivien tutkimusten määrään. Sen lisäksi siitä on tullut myös yleisimmin käytetty konservatiivinen lähestymistapa tendinopatian hoidossa (Stasinopoulos & Malliaras 2016, 16). Ensimmäisen kerran sitä ehdotti Alfredson 1998, joka suositteli kolmea sarjaa, 15 toistoa eksentrisesti hitaalla nopeudella suoritettuna kahdesti päivässä, 7 päivänä viikossa ja 12 viikon ajan. Alussa jänteen kuormittamiseen käytettiin vain

kehonpainoa, eristämällä eksentrisen komponentti käyttämällä tervettä jalkaa palatessa lähtöasentoon. Potilaita kehoitettiin jatkamaan, vaikka he kokivat kipua, ellei kipu muuttunut sietämättömäksi. Jos eksentrisen harjoittelu voidaan suorittaa ilman pientä kipua tai epämukavuutta, heitä kehoitetaan lisäämään kuormaa ottamalla harjoitukseen mukaan lisäpainoja. (Stasinopoulos & Malliaras 2016, 16.)

Vaikka suurin osa tehdyistä tutkimuksista viittaa eksentristen harjoitusten hyödyllisyyteen, jotkut tutkijat eivät ole osoittaneet sen hyötyjä, ja tämä on saanut aikaan useita katsausartikkeleita. (Saithna ym. 2012, 553.) Systemaattisissa kirjallisuuskatsauksissa on arvioitu tutkimusnäyttöä eksentrisestä kuormituksesta patella tendinopatiassa, ja todettu, että tulokset ovat lupaavia, mutta korkeantason tutkimusnäyttö yhä puuttuu. On tutkimuksia, jotka suosittelevat heavy slow resistance (HSR) harjoittelua alaraajojen tendinopatian hoitoon. Eksentrisen harjoittelu on lihas-jänneyksikön hidasta pidentämistä, kun se on kuormitettuna ja HSR- harjoittelu on harjoittelua, joissa jokainen toisto suoritetaan hitaasti (> 6 s) sekä eksentrisen että konsentrisen vaiheen osalta. (Mascaro ym. 2018, 25.) HSR-ohjelma voi koostua konsentrisistä / eksentrisistä kyykyistä, hack- kyykyistä ja jalkaprässistä käyttäen molempia alaraajoja. Kutakin harjoitusta varten suoritetaan 3-4 sarjaa, jotka etenevät 15 toistomaksimista (15RM) perustuvasta alkukuormituksesta 6 toistomaksimiin. (Malliaras ym. 2015, 890.)

Patella jänteen kuormitus voidaan maksimoida kyykyssä 25° laskusuuntaisella laudalla. Verrattaessa perinteistä eksentristä harjoittelua laskusuuntaiseen kyyky (decline squat) -ohjelmaan 12 kuukauden kohdalla, molemmat ryhmät osoittivat parannusta, mutta laskusuuntaisella kyyky -ryhmällä oli 94 prosentin todennäköisyys saada positiivinen tulos verrattuna vain 41 prosenttiin perinteisessä ryhmässä. (Schwartz, Watson & Hutchinson 2015, 416.) Eksentrisillä harjoituksilla on yleensä osoitettu olevan hyviä lyhytaikaisia ja pitkäaikaisia vaikutuksia oireisiin ja VISA-P- pisteisiin. Eksentrisiä harjoituksia on useita erilaisia. Useat interventiot ovat käyttäneet 25 asteen yhden jalan laskusuuntaista kyykyä, jonka on osoitettu tuottavan parempia tuloksia kuin yhden jalan tasamaan kyyky. Kaksi tutkimusta on osoittanut, että yli 15 asteen kulmat ovat yhdenvertaisia. Laskusuuntaisen laudan tehokkuus perustuu polven momenttivarren pidentämiseen. (Rudavsky ym. 2014, 126.)



Kuvio 8: Vasemmalla laskusuuntainen kyykky (Young, Cook, Purdam, Kiss & Alfredson 2005).

Laskusuuntaisessa kyykky (decline squat) -ohjelmassa suoritetaan kahdesti päivässä 3 sarjaa 15 toistolla. Toistot tehdään yhden jalan eksentrisinä kyykkyinä pystysuoralla vartalolla tehtynä. Kyykyn konsentrisen vaihe suoritetaan joko molemmilla alaraajoilla tai vain oireettomalla puolella. Tämä ohjelma on kehitetty erityisesti keskittämään kuormitus juuri patellajänteeseen. Eksentrisen harjoittelu patella tendinopatian hoidossa voi olla liian aggressiivista potilaille, joiden patellajänne on hyvin ärtynyt, etenkin urheilukauden aikana. Eksentrisen harjoittelu pelkästään käytettynä, ei myöskään korjaa tiettyjä kineettisessä ketjussa mahdollisesti esiintyviä häiriöitä, kuten pohjelihasten heikkoutta. Huolimatta eksentrisen harjoittelun laajasta kliinisestä käytöstä patella tendinopatian hoidossa, on olemassa vain rajallista korkealaatuista tietoa, jotka osoittavat tämän lähestymistavan positiiviset kliiniset tulokset. (Malliaras ym. 2015, 889- 890.)

10.2 Harjoittelun vaikutuksia jänteeseen

Progressiivinen harjoittelu aikaansaa tuki- ja liikuntaelin kudosten toiminnallisia ja rakenteellisia muutoksia harjoittelun aiheuttamiin mekaanisiin ja metabolisiin kuormituksiin. Kuormituksesta riippuen harjoittelu aiheuttaa erilaisia vasteita lihas-, jänne- ja luukudoksessa. Kudosten kyky reagoida kuormitukseen ja sen aiheuttaman homeostaasin, eli tasapainotilan muuttumiseen voivat vaihdella erittäin paljon eri kudosten välillä, sillä plastisiteetti, eli toisin sanoen mukautumiskyky, on keskeisesti yhteydessä kudosten verisuonitukseen ja siten sen hapen ja ravinteiden saamiseen. Tuki- ja liikuntaelinkudosten kyky reagoida harjoitteluun perustuu harjoittelun aiheuttamaan aineenvaihdunnalliseen ja mekaaniseen kuormitukseen, mutta tältä osin ei ole vielä riittävä tutkimusnäyttöä, jotta

voisimme ymmärtää kaikkia näitä mekanismeja. Tärkeää olisi silti ymmärtää se, että esimerkiksi jännepatologiat eivät todennäköisesti ole korjattavissa harjoittelun aiheuttamilla vasteilla. Toisaalta on ehkä oleellisempaa ajatella, että harjoittelun aiheuttama mekaaninen kuormitus suunnattaisiinkin patologisen kudoksen sijaan terveeseen jännekudokseen, ja sen kuormituksen sietokyvyn progressiiviseen kasvattamiseen. (Tarnanen 2020, 249.)

Jänne on rakenteeltaan suhteellisen muuttumaton rakenne, mutta se pystyy kuitenkin kehittämään kapasiteettiaan merkittävästi säännöllisen harjoittelun aiheuttaman kudosten hypertrofian ja mekaanisten ominaisuuksien kehittymisen seurauksena. On myös huomioitava, että jänne reagoi ja adaptoituu myös herkästi mekaanisen kuormituksen puuttumiseen kollageenin kokonaismäärän vähenemisellä ja rakenteen muuttumisella, mutta liiallinen mekaanisen kuormituksen puuttuminen johtaa myös kuormituksen sietokyvyn laskuun. Näiden lisäksi on tärkeää huomata, että jännekivun seurauksena myös jänteen rakenne ja toiminta muuttuvat. Tendinopatian taustalla ajatellaan olevan jänteen ylikuormitusongelma, mutta hieman jopa paradoksaalisesti kuormitusta tarvitaan hoitona, mikäli jänteen kuormituksen sietokykyä halutaan kasvattaa. Mielenkiintoisesti jänteen optimaalisen toiminnan kannalta pitäisikin siis välttää liiallista kuormitusta, mutta sen lisäksi myös liian vähäistä kuormitusta. Jänteen optimaalista terveyttä ajatellen kuormituksen asteittain tapahtuva kasvattaminen vaikuttaisikin olevan merkityksellistä positiivisten harjoitusvasteiden saamiseksi. (Tarnanen 2020, 253.)

Jänteen harjoitteluvasteen aikaansaaminen vaatii huomattavasti enemmän aikaa verrattuna lihakseen, sillä jänteen selkeä hypertrofian aikaansaaminen saattaa vaatia useita kuukausia tai jopa vuosia kestäväää säännöllistä harjoittelua. Käytännössä kuitenkin jänne reagoi harjoitteluun suhteellisen nopeasti, sillä jo kahden kuukauden harjoittelu aikaansaa positiivisia muutoksia jänteen jäykkyudessa. Jänteeeseen kohdistuvasta kuormituksesta aiheutuva kollageenin muodostumisen lisääntyminen näyttäisi kohdistuvan suuremmilta osin jänteen ulko-osiin kuin sisäosiin. Jännekudos reagoi kuormitukseen eri mekanismeilla, kuten aineenvaihdunnallisen aktiviteetin, verenkierron sekä sytokiini- ja prostaglandiini pitoisuuksien kasvamisella. Edellä mainittujen muutosten seurauksena on huomattu myös kollageenisynteesin ja kollageenien hajoamisen voimistumista. Kuormituksesta aiheutuvien anabolisten ja katabolisten reaktioiden tasapaino vaikuttaa siihen, millä tavalla jänne reagoi kuormitukseen. Harjoittelun aiheuttaman kuormituksen jälkeen sidekudosta hajottavat prosessit ovat suurempia suhteessa kollageenin uudelleen muodostumiseen, mutta harjoittelun jälkeisen palautumisen edetessä kollageenisynteesi on voimakkaampaa kuin sen hajoaminen. Kollageenin nettosynteesi voi olla negatiivista, jos jänteen kuormitus on liian tiheää, eikä se pääse palautumaan riittävästi. Tällöin myös positiivinen harjoitusvaste voi jäädä saavuttamatta. (Tarnanen 2020, 254.)

Jänteen mekaanisten ominaisuuksien ja poikkipinta-alan on osoitettu lisääntyvän harjoittelun vasteena, mikä osoittaa, että mekaaniset ärsykkeet voivat johtaa jännesolujen adaptiivisiin vasteisiin ja tuottaa muutoksia solunulkoisessa matriisissa. Näistä muutoksista vastaavat mekanismit ovat kuitenkin edelleen epäselviä. Yksi hypoteesi on, että jännekudoksen mekaaninen kuormitus harjoittelun aikana aloittaa signaalointi tapahtumasarjan, joka stimuloi kudoksessa olevia soluja lisäämään matriisiproteiinien tuotantoa, mikä johtaa lopulta jänteen hypertrofiaan. Edellä kuvattua ilmiötä kutsutaan mekanotransduktioksi. Jänne- ja nivelsiteiden fibroblastien solututkimukset osoittavat, että ne reagoivat mekaaniseen venymiseen lisäämällä tiettyjen kasvutekijöiden tuotantoa ja erityistä, jotka puolestaan vaikuttavat fibroblasteihin lisäten kollageenin synteesiä. (Svensson, Heinemeier, Coupe, Kjaer & Magnusson 2016, 1356.) Mekanotransduktion ohella jänteen kuormitusadaptaatioon vaikuttavat monet hormonaaliset ja aineenvaihdunnalliset tekijät, joilla voi mahdollisesti olla merkittäväkin vaikutus kollageenisynteesin tasapainoon. Vaikuttaisi sille, että naisilla kuormituksen aikaansaama kollageenin nettosynteesin lisääntyminen on huomattavasti vähäisempää kuin miehillä ja alaraajan jänneiden osalta naisten kuormituksen sietokyky vaikuttaisi myös olevan heikompi kuin miehillä. (Tarnanen 2020, 254.)

Kuormituksen vasteena tapahtuva jänteen ominaisuuksien kehittyminen voi liittyä sidekudoksen hypertrofiaan, mutta sen ohella myös lisääntyneellä kollageenipitoisuudella voi olla siihen huomattavan suuri vaikutus. On todettu, että kollageenisynteesin lisääntyminen harjoittelun vasteena vaikuttaa tapahtuvan todennäköisimmin aiemmin kuvatun mekanotransduktion välityksellä. Kollageenisynteesi vaikuttaakin siis aikaansaavan sidekudoksen kollageenipitoisuuden lisääntymisen seurauksena kollageenisäikeiden välisten poikittaissiltojen määrän lisääntymistä, mikä omalta osaltaan kasvattaa sidekudoksen lujuutta. (Tarnanen 2020, 254.) Terapeuttisen harjoittelun ja jänteen adaptaation ymmärtäminen on siis kriittisen tärkeää, jotta osaamme annostella harjoittelun aiheuttamaa mekaanisen kuormituksen määrää ja tähdätä mekanotransduktion kautta kasvattamaan jänneiden kuormituksen sietokykyä ja parantamaan urheilijoiden fyysistä suorituskykyä (Docking & Cook 2019, 306).

Tänä päivänä tiedetään, että lihas voi sopeutua lisääntyneeseen kuormitukseen hypertrofian avulla, mutta vasta viime aikoina on alettu ymmärtämään missä määrin jänneet sopeutuvat muuttuneisiin kuormitustapoihin. Voimaharjoittelu näyttää johtavan jänteen poikkipinta-alan kasvuun ja tutkimukset tukevat käsitystä siitä, että jänteen hypertrofia tapahtuu vasteena progressiivisesti lisääntyneeseen kuormitukseen. Jos hypertrofia kohdistuu supistumiskyysiin komponentteihin, pääasiassa kollageenifibrilleihin, niin jänteen suurempi poikkipinta-ala tarkoittaa sitä, että jänteeseen kohdistuva kokonaiskuorma (jakautuu suuremmalle alueelle) vähenee, mikä voi olla tärkeä osa vammojen ehkäisyssä. Huomioitavaa on kuitenkin se, että harjoittelun aiheuttama hypertrofia voi näyttäytyä myös lisääntyneenä vesipitoisuutena eikä kollageenimatriisin todellisena uudelleen muodostumisena. Olettaen, että hypertrofia ei ole

kuitenkaan vain vettä, osoittaa se että jännekudoksessa tapahtuu jonkin verran synteettistä aktiivisuutta. Tätä on kuitenkin vaikea todistaa, sillä jännekudoksen uusiutuminen tapahtuu kasvuiän jälkeen äärimmäisen hitaasti. Vaikuttaakin sille, että kuormituksen aiheuttama jänteen kasvu tapahtuu vain jänteen aivan ulko-osissa. (Svensson ym. 2016, 1357.)

Yhteenvedona voidaan todeta, että harjoittelu voi tuottaa jänteen hypertrofiaa, todennäköisesti kasvaen erityisesti jänteen ulko-osissa, jonka lisäksi proteoglykaanipitoisuus näyttää kasvavan. Suurimmat solu-, rakenteelliset- ja mekaaniset muutokset tapahtuvat kuitenkin suurelta osin kasvuiän aikana. Harjoittelu voi kuitenkin stimuloida kasvutekijöiden tuotantoa, ja on olemassa jonkin verran näyttöä jänteen kollageenisynteesin lisääntymisestä, joka tapahtuu todennäköisesti enemmän jänteen ulko- kuin sisäosissa. Kollageenifibrillit eivät vaikuta suuremmin osin rakenteellisesti reagoivan harjoitteluun, vaikka koko jännteessä voidaankin havaita jonkin verran hypertrofiaa. Vaikuttaa siis siltä, että voimaharjoittelu voi lisätä jänteen jäykkyyttä ja hypertrofiaa, mikä voi auttaa vähentämään loukkaantumisriskiä, kasvattamaan kuormituksen sietokykyä ja parantamaan jänteen terveyttä. (Svensson ym. 2016, 1359.)

10.3 Neuromuskulaarinen adaptaatio voimaharjoitteluun

Kehittyäkseen vahvemmaksi lihasta täytyy haastaa progressiivisesti lisäämällä kuormaa. Voimaominaisuuksien kehittämiseksi kuorman on oltava vähintään 60-70 % lihaksen sen hetkisestä toistomaksimista. Lihassolut vaurioituvat heti, kun harjoittelun aiheuttaman kuormituksen intensiivisyys ja kesto ylittävät siihen vaadittavan minimaalisen kynnyksen (overload). Kun lihassolut vaurioituvat, anaboliset tekijät (kasvuhormoni ja testosteroni) vapautuvat soluista. Nämä anaboliset tekijät aktivoivat sateliittisoluja, jotka ohjaavat proteiinisynteesiä ja avustavat uusia kypsymättömiä lihasoluja (myoblastisia soluja), jotka joko fuusioituvat olemassa olevien lihasolujen kanssa aiheuttaen lihasäikeen poikkipinta-alan kasvua (hypertrofia) tai fuusioituvat toisen säikeen kanssa muodostaen uuden lihasäikeen (hyperplasia). Täydellinen lihasolun uudelleen muodostuminen voi kestää viidestä päivästä useampaan viikkoon. Vaikuttaa sille, että yksittäisten myofibrillien määrän ja koon kasvu johtaa koko lihaksen voimantuoton kasvamiseen. (Durall & Sawhney 2006, 105.)

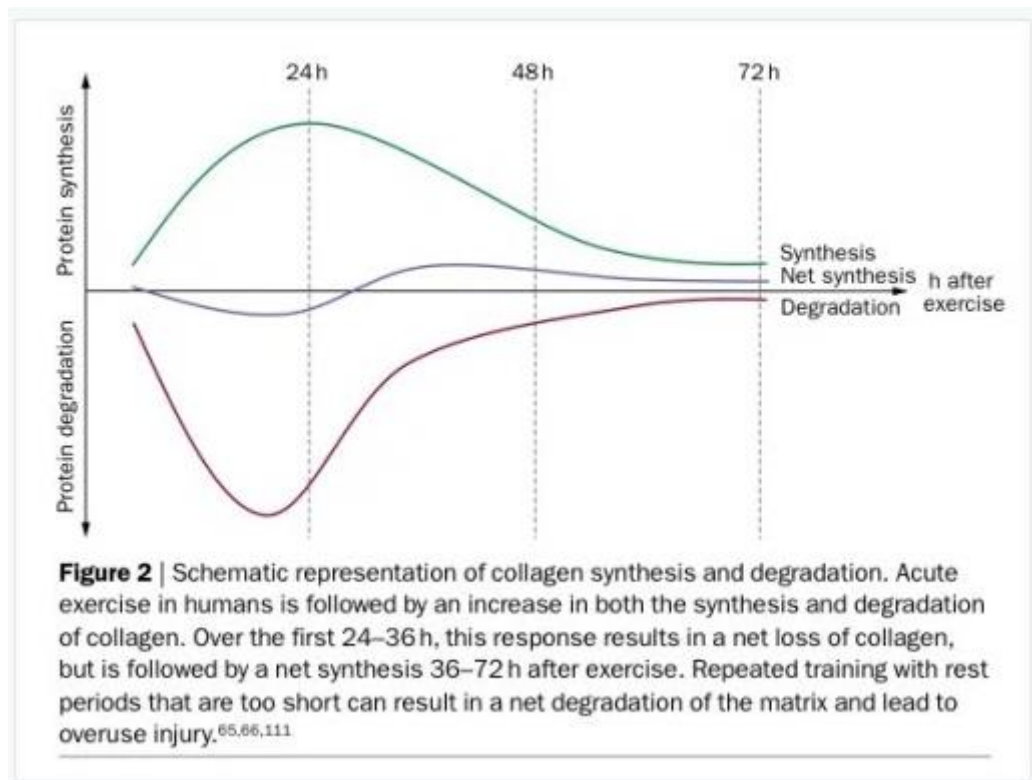
Supistumiskykyisten myofilamenttien lisääntyminen lihasolussa kasvattaa lihasolun voimantuoton kapasiteettia. Suuri myofilamenttien määrän lisääntyminen koko lihaksen alueella johtaa siis koko lihaksen poikkipinta-alan ja voimantuoton kapasiteetin lisääntymiseen. Lihaksen poikkipinta-alan kasvaminen havaitaan tyypillisesti 6-8 viikon kuluttua harjoittelun aloittamisesta. Lihakset, joissa on suurempi poikkipinta-ala, sisältävät suuremman määrän voimantuottoon osallistuvia aktiini ja myosiini filamentteja, ja tämän vuoksi lihaksen voimantuoton kapasiteetti on suoraan liitännäinen sen poikkipinta-alaan. Lihaksen poikkipinta-ala ei kasva voimaharjoittelun ensimmäisten 6-8 viikon aikana, vaan

harjoittelemattomien henkilöiden voimantuoton ominaisuuksien kehittyminen ensimmäisten 6-8 viikon aikana vaikuttaa olevan seurausta enimmäkseen neuraalisesta adaptaatiosta. Harjoittelun seurauksena motoristen yksiköiden syttymistiheys kasvaa ja inhibitorinen vaikutus GABA neurotransmitterin ja Golgin jänne-elimen osalta on vähentynyt, jonka seurauksena aiemmin aktivoitumattomat lihassäikeet saadaan tällöin aktivoitumaan. Näiden edellä mainittujen mekanismien yhteisvaikutuksesta lihasten välinen koordinaatio paranee. (Durall & Sawhney 2006, 105.)

10.4 Harjoittelun frekvenssi perustuen kollageenin nettosynteesiin

Mekaaninen kuormitus näyttää aiheuttavan muutoksia jänteen kudoksen morfologiassa, mekaanisissa ominaisuuksissa sekä biokemiallisissa parametreissa. Vaikuttaa siltä, että sekä intensiivinen että säännöllinen harjoittelu nostavat ihmisen kollageenisynteesiä, mikä puolestaan viittaa siihen, että ihmisen jännekudos on metabolisesti aktiivisempi vasteena kuormitukseen kuin mitä aiemmin uskottiin. Tutkimusten mukaan voimakas harjoittelu lisää tyypin I kollageenin muodostumista palautumisprosessin aikana, mikä viittaa siihen, että voimakas fyysinen kuormitus johtaa jonkinlaiseen adaptaatioon. Intensiivistä harjoittelua seuraa kollageenisynteesin ja hajoamisen lisääntyminen. Ensimmäisten 24-36 tunnin aikana tämä vaste johtaa kollageenin nettohäviöön, mutta tätä seuraa nettosynteesi 36-72 tuntia harjoituksen jälkeen. Tätä lisääntynyttä kollageenisynteesiä havaitaan osana jänteen sopeutumisreaktiota mekaaniseen kuormitukseen, mutta uuden kollageenin integroitumista matriisiin ei kuitenkaan ole pystytty täysin osoittamaan. Tutkimuksissa on osoitettu, että terveillä ihmisillä sekä synteesi että hajoaminen lisääntyivät neljän viikon fyysisen harjoittelun jälkeen, kun taas 11 viikon jälkeen vain kollageenisynteesi lisääntyi, eikä tällöin kollageenin hajoaminen enää lisääntynyt. (Mascaro ym. 2018, 22.)

Kollageenin synteesin ja hajoamisen ajanjakso on esitetty kuviossa 7. Jänneharjoittelun yhteydessä on tärkeää huomioida optimaalinen harjoittelun frekvenssi perustuen kollageenin nettosynteesiin, sillä jos harjoittelu tapahtuu liian tiheästi, saattaa nettosynteesi jäädä negatiiviseksi. Tällöin matriisin hajoaminen on suurempaa kuin sen uudelleen muodostuminen, mikä voi pahimmassa tapauksessa johtaa yllirasitusvammaan. (Shang & Buehler 2014, 71.)



Kuvio 9: Kollageenin synteesi ja hajoaminen (Shang & Buehler 2014, 71).

10.5 Harjoittelun progressiivisuus

Patella tendinopatian kuntoutuksen progressiiviseen etenemiseen ehdotetaan neljä vaiheista protokollaa käytettävissä olevan tutkimustiedon perusteella (Malliaras ym. 2015, 890). Nämä neljä vaihetta esitellään tarkemmin seuraavassa kappaleessa. Jännekuntoutuksen keskeiset tavoitteet liittyvät jänteen, sen ympäröivien rakenteiden ja koko kineettisen ketjun kuormituksen sietokyvyn kehittämiseen. Harjoittelun progressiivisuuden eteneminen määräytyy yksilöllisesti kivun, voiman ja toiminnan perusteella. (Malliaras ym. 2015, 890.)

Progressiivista terapeutista harjoittelua pidetään ensilinjan hoitona tendinopatioissa, koska viimeisten vuosikymmenien aikana on julkaistu laajaa näyttöä sen vaikuttavuudesta. Tämän hoitomuodon tavoitteena on tuottaa mekaanista ärsykettä, joka aiheuttaa biokemiallisia ja mekaanisia vasteita, aiheuttaen jänteen apaptaatiota kuormitukseen ja harjoitteluun. Tämän lisäksi terapeutin harjoittelun aiheuttamat vähäiset haittavaikutukset voivat selittää terapeuttien ja potilaiden kasvavan kiinnostuksen tähän lähestymistapaan. Nykypäivän tutkimusnäyttö osoittaa progressiivisten harjoitusohjelmien positiivisia vaikutuksia kipuun ja toimintakykyyn niin ala- kuin yläraajojenkin tendinopatioissa. Erityisesti akilles-, patella- ja gluteaali tendinopatian osalta progressiivisen harjoittelun tehokkuudesta on runsasta näyttöä. (Escriche-Escuder, Casana & Cuesta-Vargas 2020, 1.)

Harjoittelun alkuvaiheessa kuormitusta muokataan sopivaksi, jotta ensisijaisesti kipua saataisiin vähentymään. Alkuvaiheen kuormituksen muokkaamiseen kuuluu suuren kuormituksen omaavien plyometristen energian varastointia sisältävien aktiviteettien vähentäminen, jotka usein pahentavat kipua. Intensiivisimpien aktiviteettien, kuten maksimaalisten hyppyjen, määrää ja harjoittelun frekvenssiä saatetaan aluksi joutua vähentämään. Tästä on tärkeää keskustella sekä urheilijan että valmentajan kanssa. Sekä kuormituksen sopivaksi säätäminen, että progressiivinen kuormittaminen perustuvat huolelliseen kivun seurantaan. On hyväksyttävää, ja jopa suositeltavaakin tuntea hieman kipua harjoituksen aikana ja sen jälkeen, mutta oireiden pitäisi hävitä kohtuullisen nopeasti harjoituksen jälkeen. Kipu ei saisi myöskään progressiivisesti pahentua kuormituksen jälkeisenä aikana, kuten sitä seuraavan 24 tunnin aikana. (Malliaras ym. 2015, 890.)

Harjoittelun progressiota tulisi aina kehittää urheilulajin vaatimien edellytysten mukaisesti. Jänteeseen kohdistuva kuormitus vaihtelee huomattavasti riippuen siihen kohdistuvista harjoittelun aiheuttamista mekaanisista kuormista, kuten muun muassa voiman ja nopeuden muutoksista harjoittelun edetessä plyometrisiin energian varastointiharjoituksiin. Muutamana esimerkkinä mainittakoon, että kahden jalan jalkaprässi, mikä suoritetaan vastuksella, joka on yhtä suuri kuin 3 kertaa kehonpaino (1,5 kehonpainoa alaraajaa kohden), tuottaa patellajänteeseen voiman, joka vastaa 5,2x ruumiinpainoa ja kuormitusnopeuden arviolta noin 2x kehonpaino per sekunti. Vertailun vuoksi pystysuoran hypyn laskeutumisvaiheen aikana patellajänteeseen kohdistuvien huippuvoimien on arvioitu olevan $5,17 \pm 0,86$ kehonpainosta, kuormitusnopeuden ollessa $38,06 \pm 11,55$ kehonpainoa sekunnissa. Vielä suurempia patellajänteeseen kohdistuvia voimia on raportoitu horisontaalisista hypyistä laskeutumisen aikana. Edellä mainitut esimerkit antavat siis ymmärryksen siitä, että suurin muutos näissä aktiviteeteissa on jänteen kuormitusnopeus, jonka vuoksi harjoittelussa tulisikin edetä asteittain yksilön ja urheilijan lajin vaatimien edellytysten kautta. (Malliaras ym. 2015, 892.)

10.6 Harjoittelun 4 vaiheinen progressiivinen protokolla

Seuraavissa kappaleissa käsitellään tunnettujen ja paljon patella tendinopatiaan liittyviä tutkimuksia julkaisseiden tutkijoiden, kuten Peter Malliarasin, Jill Cookin, Greg Purdasin ja Ebony Rion tekemiä tutkimustuloksia. Kappaleissa on esitelty tutkimustuloksista muodostuneita ajatuksia patella tendinopatian harjoittelusta, harjoittelun progressiivisuudesta ja eri harjoitusinterventioiden ajoitusta kuntoutuksen kokonaisprosessissa. Näiden edellä mainittujen ja kartoittavassa katsauksessa mukana olleiden tutkimusten pohjalta muodostin synteessin patella tendinopatian terapeuttisen harjoittelun kokonaisprosessista. Opinnäytetyön loppuun on muodostettu esimerkki ohjeita, joita patella tendinopatiaa kuntouttava fysioterapeutti voi hyödyntää niin harjoittelun progressiivisuuden säätelyssä kuin asiakkaiden ohjeistamisessa. Malliaras ym. (2015, 890)

suosittelevat patella tendinopatian harjoittelua jaettavaksi neljään eri osaan, vaihe 1 isometriseen kuormitukseen, vaihe 2 isotoniseen kuormitukseen, vaihe 3 energian varastoitumiseen ”Energy storage” liittyvään kuormitukseen ja vaiheeseen 4 urheiluun paluu ”Back to sport”.

Harjoittelun vaihe	Indikaatio vaiheen aloitukselle	Harjoittelun annostelu
Vaihe 1 Isometrinen kuormitus	Enemmän kuin minimaalista kipua isotonisen harjoittelun aikana (4/10 tai enemmän).	5x 45 sekuntia, 2-3 krt päivässä. Progressio kohti 70 % max voimasta siedettävän kivun sallimissa rajoissa.
Vaihe 2 Isotoninen vaihe (HSR/eksentrinen)	HSR- harjoittelussa minimaalinen kipu isotonisten harjoitusten aikaan (3/10 tai alle).	HSR- harjoittelussa 3-4 sarjaa x 15RM, progressiivisesti edeten kohti 6RM. Joka toinen päivä. Raskas ja hidas kuorma.
Vaihe 3 Plyometristä energian varastoitumista sisältävä kuormitus	<p>A. Riittävä voima, joka vastaa terveeseen jalan voimaa. Hyppylajin urheilijoille suositellaan kykyä suorittaa jalkaprässiä 150 % kuormalla kehon painosta 4x 8 toistoa.</p> <p>B. Kuormituksen sietokyky siedettävällä tasolla plyometrisen energian varastoitumisen harjoittelun jälkeen (minimaalinen kipu</p>	Progressiivisesti kehittää harjoittelun volyyymiä, sitten intensiteettiä vastaten urheilulajin vaatimia edellytyksiä.

	harjoituksen aikana ja kipu kuormitustestissä palaa lähtötasolle 24h aikana).	
Vaihe 4 Paluu urheiluun	Kuormituksen sietokyky vastaa urheilulajissa vaadittavien energian varastoitumis aktiviteettien tasoja.	Progressiivisesti lisää harjoituksia. Siirtyminen kilpailuihin, kun jänne sietää täyttä harjoittelua.

Taulukko 3. Harjoittelun vaiheet ja progressiivisuuden kriteerit (Malliaras ym. 2015, 891).

Kuntoutuksen alkuvaiheen tavoitteena on vähentää kipua, jota seuraa progressiivinen harjoitusohjelma huomioiden myös mahdolliset lihasvoiman puutteet. Kuormituksen sietokyvyn kasvaessa siirrytään nopeampiin harjoituksiin, jotka huomioivat jänteen kuormituksen sietokyvyn kehittämistä venytys- lyhenemis sykleissä ja lopuksi seuraa paluu urheiluun. Päivittäinen kivun seuranta käyttämällä yhden jalan laskusuuntaista kyykkyä antaa parasta tietoa jänteen vasteesta kuormitukseen. Parantunut kuormituksen sietokyky viittaa siihen, että jänne selviytyy siihen kohdistuvasta kuormituksesta ilman kivun merkittävää lisääntymistä. (Rudavsky ym. 2014, 126.)

Vaihe 1. Isometrinen kuormitus

Isometrinen harjoitusten tarkoituksena on ennen kaikkea vähentää jännekipua ja auttaa hallitsemaan jännekipua. Isometrinen kuormitus on hyvä tapa aloittaa lihas-jänneyksikön kuormittaminen, kun kipu estää isotonisten harjoitusten suorittamisen (Malliaras ym. 2015, 891). Kuntoutuksen alkuvaiheiden tulisi keskittyä kuormituksen hallintaan ja kivun lievitykseen, mutta myös alaraajojen mahdolliset biomekaaniset häiriöt, kuten lihasepätasapaino ja heikot joustavuudet on myös korjattava tässä vaiheessa. Alkuvaiheessa kuormituksen hallinta ja aktiivisuuden muokkaaminen ovat tehokkaimpia menetelmiä kivun vähentämiseksi. Toisaalta on kuitenkin tärkeää välttää jänteen kuormituksen lopettamista kokonaan, koska se voi edelleen vähentää jänteen kuormituksen sietokykyä. Tehokkaimpia tapoja jänteen kuormituksen hallintaan ovat harjoittelun volyymin ja frekvenssin vähentäminen sekä poistamalla harjoittelusta voimakkaasti jännettä kuormittavat plyometriset "energian varastointi" harjoitukset, kuten intensiiviset juoksut ja hypyt. Tutkimukset osoittavat, että säännöllinen isometrinen harjoittelu on tehokas menetelmä kivun lievittämiseen patella tendinopatian alkuvaiheessa. (Muaidi 2020, 537.)

Isometriset harjoitukset vähentävät siis tehokkaasti kipua kuntoutuksen alkuvaiheessa tai urheilijan kilpailukauden aikana. Positiivisten harjoitusvasteiden ja kuormituksen sietokyvyn kasvattamiseksi isometristen harjoitusten on oltava riittävän raskaita (jopa 70 % maksimaalisesta isometrisestä supistumisesta) ja sitä suositellaan pidettäväksi pitkään, jopa 45 sekuntia. (Mascaro ym. 2018, 24.) Jos jänne on erittäin ärtyisä, suositellaan aluksi kahdella jalalla tehtyjä harjoituksia, lyhyempää pitoaikaa ja vähemmän toistoja (Rudavsky ym. 2014, 126). On huomioitava, että harjoittelun annostelu riippuu aina yksittäisistä tekijöistä. Tutkimukset kuitenkin osoittavat toimiviksi 5 sarjaa 45 sekunnin pidoilla, 2-3 kertaa päivässä, 2 minuutin lepotauoilla isometristen harjoitusten välillä mahdollistaen optimaalisen palautumisen. Kuormitusadaptaation saavuttamiseksi tärkeää on kuitenkin kasvattaa progressiivisesti kuormitusta kuormituksen sietokyvyn mukaan. Kipuvastetta tulisi arvioida säännöllisesti kuormitustestillä. On havaittu, että liian kevyt vastus tai kuorman kasvattaminen liian nopeasti ylittäen kuormituksen sietokyvyn eivät ole tehokkaita. Hyvä ennustava merkki isometrisille harjoituksille on välittömästi tapahtuva kivun väheneminen kuormitustestissä (esim. yhden jalan laskusuuntainen kyykkytesti) isometrisen harjoituksen jälkeen. On tärkeää, että isometristen harjoitusten aikana ei ilmene lihasten kramppeilua, koska tämän voidaan ajatella osoittavan, että kuorma on liian suuri. Harjoittelun ensimmäisessä vaiheessa isometrisiä harjoituksia tulisi käyttää eristettynä (ilman isotonista kuormitusta). Tämä vaihe voi kestää muutaman viikon (joskus pidempään), kun kipu ja ärtyneisyys ovat jänteessä voimakasta. Tämän alkuvaiheen aikana voidaan myös aloittaa muita harjoituksia, kuten päkiälle nousuja ja muiden alaraajan lihasten voiman vahvistamista tai mahdollisten joustavuuden puutteiden korjaamista. (Malliaras ym. 2015, 891.)

Isometrinen harjoitus polven ojennuslaitteessa on erinomainen harjoitus patella tendinopatiaan, koska se eristää liikkeen täysin nelipäiselle reisilihakselle. On havaittu, että isometristen harjoitusten suorittaminen tuottaa vähemmän kipua, kun se suoritetaan polvikulman keskitasolla eli noin 30-60 ° fleksiassa. Sen sijaan patella tendinopatiaa sairastavilla henkilöillä vaikuttaa ilmenevän enemmän kipua, kun harjoitukset suoritetaan polven ollessa lähellä täyttä ojennusta (mahdollisesti liittyen rasvapatjan impingementiin) tai suuremmalla polven fleksiokulmalla. Kuormitusta tulisi lisätä heti kun vain siedetään ja harjoitus tulisi suorittaa mahdollisuuksien mukaan yhdellä jalalla, jotta kontralateraalisen ”terveen” alaraajan ylikompensaatiolta vältyttäisiin. Isometrisenä harjoituksena voidaan hyödyntää myös espanjalaista kyykkyä, mikä on kahden jalan kyykky, joka suoritetaan noin 70-90 asteen polven fleksiokulmalla jäykän vastuskuminauhan avulla. Espanjalainen kyykky voi olla hyödyllinen esimerkiksi urheilijoiden kisamatkoilla, jos kuntosalille ei ole pääsyä. (Malliaras ym. 2015, 891.)

On havaittu, että isometrinen lihastyötapa aiheuttaa huomattavasti suurempaa välittömästi kuormituksen jälkeen ilmenevää kivun lievitystä kuin isotoniset lihastyötavat. Isometrisen harjoittelun aiheuttamalle lisääntyneelle välittömälle kivun lievitykselle on monia

potentiaalisia etuja, sillä kivun tehokkaampi lievittyminen voi muun muassa johtaa suurempaan aktiivisuuden intensiteettiin tai mahdollistaa osallistumisen useammassa harjoittelussa. (Rio ym. 2017, 256.) Isometristä harjoittelua suositellaankin kilpailukauden ajaksi vähentämään ja hallitsemaan jänteen kipua, sillä isometrinen harjoittelu vähentää välittömästi patellajänteen kipua, vaikutuksen kestäen vähintään 45 minuuttia. Sen sijaan isotonisen harjoittelun jälkeen ilmenevä välittömästi kipua lievittävä vaikutus oli huomattavasti vähäisempää ja lyhytaikaisempaa. (Rio ym. 2015, 4.)

Vaihe 2. Isotoninen kuormitus (eksentrisen ja HSR- harjoittelu)

Heavy slow resistance- harjoitukset tai eksentriset harjoitukset voidaan aloittaa, kun potilas pystyy suorittamaan isotonisia harjoituksia vähäisellä kivulla. Tutkimuksissa on havaittu heavy slow resistance- harjoittelun ja eksentristen harjoitusten myönteisiä vaikutuksia tendinopatiaan. On havaittu, että HSR- harjoittelu voi kehittää jänteen mekaanisia ominaisuuksia ja aiheuttaa jänteen hypertrofiaa. Isotonisissa harjoituksissa suositellaan progressiivista etenemistä ja kuormituksen sietokyvyn kasvaessa harjoitukset tulisi suorittaa yhdellä jalalla. Kuormituksen sietokyvyn kasvattamiseksi lisävastusta tulisi kasvattaa progressiivisesti lisäpainojen avulla. (Muaidi 2020, 537.)

Isotonisten harjoitusten aloittamista suositellaan, kun harjoittelu voidaan suorittaa vähäisellä kivulla eli numeraalisella kivun arviointiasteikolla 3/10 tai vähemmän. Harjoittelun positiivista vastetta tulisi edelleen tarkkailla säännöllisesti suoritettavalla yhden jalan laskusuuntaisella kuormitustestillä. Isotonista kuormitusta tarvitaan lihasten massan ja voiman palauttamiseksi. Harjoitusohjelma tulisi räätälöidä aina yksilöllisesti positiivisten harjoitusvasteiden saavuttamiseksi. Isotonisten harjoitusten alkuvaiheessa polven liikerata tulisi rajoittaa 10-60 asteen fleksioon ja polvikulmaa tulisi progressiivisesti kasvattaa kuormituksen sietokyvyn kasvaessa. Kivun salliessa harjoittelussa tulisi edetä kohti 90 astetta ja progressiivisesti syvemmälle urheilulajin vaatimukset huomioiden. On havaittu, että 90 asteen fleksio ja täysi polven ekstensio voivat olla jännekipua provosoivia isotonisten harjoitusten alkuvaiheessa. Tämän vuoksi isotonisten harjoitusten alkuvaiheessa on syytä noudattaa varovaisuutta ja progressiivisesti edetä kohti syvempää ja kuormittavampaa nivelkulmaa. (Malliaras ym. 2015, 892.)

HSR-ohjelman harjoituksiin kuuluvat muun muassa kyykky, jalkaprässi ja hack -kyykyt. Yleisenä virheenä suoritetaan vain kahden jalan varassa tehtäviä moninivelharjoituksia, jotka eivät välttämättä korjaa nelipäisen reisilihaksen voiman epäsymmetriaa, jos urheilija jatkuvasti välttelee oireilevaa puolta. Parhaimpina liikkeinä ovat harjoitukset, joissa voidaan edetä helposti yhden jalan kuormitukseen, kuten esimerkiksi jalkaprässi, askelkyykky ja polven ojennusliike reisipenkissä. On havaittu, että jalkaprässi ja polven ojennusliike reisipenkissä ovat usein siedettävämpiä harjoitusliikkeitä harjoittelun alkuvaiheessa ja

useimmiten ne voidaan aloittaa heti. Harjoitusohjelmaan tulisi progressiivisesti lisätä mukaan kuormittavampia harjoituksia, kuten kyykkyjä ja askelkyykkyjä, kun tekniikka ja kuormituksen sietokyky näin sallivat. Kongsgaard ym. 2009 suosittelee tutkimuksessaan 3-4 sarjaa vastuksella, joka vastaa 15RM, edeten progressiivisesti kohti 6RM. Heavy slow resistance harjoittelua ohjeistetaan suorittamaan joka toinen päivä. On tärkeää edetä raskaampaan kuormitukseen (kohti 6RM) kuormituksen sietokyvyn mukaan, koska raskas kuormitus liittyy jänteen adaptaatioon. Vaiheen 1 harjoituksia tulisi jatkaa vapaapäivinä kivun hallitsemiseksi isotoniseen kuormitukseen liittyvän lihasväsymyksen ja arkuuden sallimissa rajoissa. Vaiheen 2 harjoituksia tulisi jatkaa progressiivisesti koko kuntoutuksen ajan ja palatessa urheiluun. (Malliaras ym. 2015, 892.)

Vaihe 3. Plyometrinen ”energian varastoitumiseen” liittyvä kuormitus

Plyometriset harjoitukset viittaavat harjoituksiin, jotka on suunniteltu parantamaan neuromuskulaarista suorituskykyä. Alavartalon lihasten osalta nämä harjoitukset voivat sisältää erilaisia hyppy- loikka- ja askellusharjoituksia. Plyometriset suoritukset ovat monille urheilulajeille lajinomaisia liikkeitä, sillä valtaosaan urheilulajeista liittyy erilaisia energian varastointia ja vapauttamista vaativia hyppyjä ja askelluksia. Tyypillisiä plyometrisiä harjoituksia ovat sykliset hypyt, pudotus hypyt ja kyykky hypyt. Nämä harjoitukset voidaan joko yhdistää kuntoutusohjelmaan tai niitä voidaan käyttää itsenäisinä harjoituksina. Lisäksi plyometrisiä harjoituksia voidaan suorittaa eri intensiteettitasoilla, matala tehoisista kaksijalkaisista hypyistä korkean intensiteetin unilateraalisiin harjoituksiin. Plyometriset harjoitukset voidaankin määritellä venytys-lyhenemis syklin harjoituksiksi (stretch-shortening cycle), jotka alkavat lihaksen nopealla venytyksellä (eksentrinen vaihe) jota seuraa välittömästi saman lihaksen nopea lyhentymisen (konsentrinen vaihe). (Villarreal, Requena & Newton 2010, 514.)

Plyometrisen ”energian varastointikuormituksen” palauttaminen koko lihasjänneyksikössä on kriittistä jänteen kuormituksen sietokyvyn kasvattamiseksi ja tehon (power) parantamiseksi ennen urheiluun paluuta. Tämän vaiheen aloittaminen perustuu seuraaviin voima- ja kipukriteereihin. (Malliaras ym. 2015, 892.)

(1) Hyvä voima (esim. kyky suorittaa neljä sarjaa 8 toiston yhdellä jalalla suoritettavaa jalkaprässiä noin 150 % kehon painosta)

(2) Hyvä kuormituksen sietokyky siirryttäessä plyometrisiin energian varastointiharjoituksiin. Riittäväksi kuormituksen sietokyvyksi on määritelty vähäinen kipu (3/10 tai vähemmän

numeerisessa kivun arviointiasteikossa) harjoitusten suorittamisen aikana ja paluu lähtötilanteen kipuun (jos kuormaa on nostettu) kuormitustesteissä, (kuten yhden jalan laskusuuntaisessa kyykyssä) viimeistään 24 tunnin kuluessa.

Taulukko 4. Plyometrinen harjoitusten aloittamisen voima- ja kipukriteerit (Malliaras ym. 2015, 892).

Myös plyometrisen harjoittelun yksilöinti on tärkeää ja progressiota tulisi kehittää yksilön urheilulajin vaatimien edellytysten mukaisesti. Harjoitusten valinta riippuu siis urheilijan ja urheilulajin vaatimuksista. Näin ollen jänteen plyometrinen energian varastointi harjoitusohjelmien valinta ja niiden sisältö voivat vaihdella huomattavan paljon eri urheilulajien edustajilla. Tässä harjoitteluvaiheessa tarvitaan siis erityisen tarkkaa suunnittelua, mutta myös läheistä kommunikointia urheilijan ja valmentajan kanssa plyometrinen harjoitusten frekvenssin, määrän ja intensiteetin sekä harjoitusten tyyppin määrittämiseksi. Plyometriin energian varastointi harjoituksiin voi sisältyä erilaisia hyppy- ja lasku-, kiihdytys-, jarrutus- ja suunnanvaihtoharjoituksia. (Malliaras ym. 2015, 892.)

Jännettä tulisi kuormittaa korkeakuormitteisilla jänteen kuormituksen sietokykyä edistävällä harjoittelulla, mutta tärkeää olisi huomioida myös koko kineettisen ketjun toimintaa. Kuormituksen sietokyvyn kasvaessa urheilijan tulisi aloittaa asteittain urheilulajikohtainen harjoittelu. Lihassupistusten nopeuden tulisi hiljalleen edetä kohti plyometrisiä venytys- lyhenemis syklejä, jotka ovat harjoittelun peruspilareina ennen urheiluun paluuta. Plyometrinen harjoitusten tulisi edetä progressiivisesti sisältäen erilaisia hyppy-, ketteryyss-, suunnanmuutos- ja kiihdytysharjoituksia urheilulajin vaatimukset huomioiden (Rudavsky ym. 2014, 127.)

Toiminnallisen harjoittelun osalta harjoittelun tulisi keskittyä kineettisen ketjun puutteiden ja liikkeen laadun korjaamiseen, mutta harjoittelun pääpainon tulisi olla jänteen korkeaenergisestä kuormituksen sietokyvyn kasvattamisessa. Liikkeen laadun ja kineettisen ketjun toiminnan parantuessa harjoittelussa voidaan edetä plyometriin ja urheilulajille ominaisiin toimintoihin. (Muaidi 2020, 537.) On haastavaa määritellä tarkkaa kuntoutuksen vaihetta, jolloin ollaan valmiita aloittamaan plyometrisiä energian varastointi sisältäviä harjoituksia, sillä se riippuu kuormituksen sietokyvystä ensimmäisten plyometrinen harjoitusten aikana. Harjoittelun progressiivisuus on jälleen tärkeää. Hyppylajin urheilija voi aluksi sietää vain kolme sarjaa 8-10 toiston matalan intensiteetin hyppyjä. Aluksi suositellaan hyppyjä, joiden hyppykorkeus ja / tai laskeutumissyvyys on rajoitettu. Harjoittelun volyymiä ja intensiteettiä voidaan progressiivisesti kasvattaa kuormituksen sietokyvyn kasvaessa ja yksittäisten urheilulajin asettamien vaatimusten mukaan. Etenkin harjoittelun loppuvaiheessa tulisi progressiivisesti lisätä korkeamman intensiteetin harjoituksia simuloiden urheilulajille

ominaista harjoittelun volyymiä ja intensiteettiä. Kuormitussadaptaation saavuttaminen voi viedä useita viikkoja tai usein jopa kuukausia urheilijoille, kuten esim. lentopallopelaajille, joiden yhden harjoituksen aikana voi tulla tyypillisesti jopa 300 hyppyä ja hypystä laskeutumista. Sen sijaan urheilijat, joiden lajiin ei sisälly merkittävää määrää hyppyjä voidaan heidän kohdallaan korostaa samanlaista progressiivista harjoittelua, huomioiden heille lajinomaiset kiihdytykset, jarrutukset ja suunnanmuutokset harjoittelussa. (Malliaras ym. 2015, 892-893.)

Plyometrinen harjoittelu on todettu parantavan voimaominaisuuksia merkittävästi. Tämän vuoksi voiman parantumista plyometrinen harjoitusten seurauksena voidaan pitää merkityksellisenä ja sillä voi olla suuri merkitys urheilijoille, joiden urheilulajit vaativat suuria voimantuoton ominaisuuksia. Tutkimukset osoittavat, että plyometrinen harjoittelu parantaa lihasten voimaa, tehoa, koordinaatiota ja urheilullista suorituskykyä. Lukuisat plyometrisen harjoittelun tutkimukset ovat osoittaneet parannuksia maksimaalisessa voimantuotossa, joka voi olla seurausta parantuneesta koordinoinnista ja yksilön kyvystä nopeasti supistaa lihaksia, mikä johtaa suurempaan maksimimaaliseen voimantuottoon. (Villarreal ym. 2010, 514.)

Plyometriin harjoituksiin siirryttäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota kuormituksen tarkkaan säätämiseen. Hyppylajeissa hyppyjen lukumäärä ja niiden voimakkuus sekä kaikki muut jännettä kuormittavat aktiviteetit on otettava huomioon, jotta kuormitus etenee progressiivisesti huomioiden urheilulajin asettamat vaatimukset. Tärkeää on, että harjoittelun volyymiä edistetään ennen harjoituksen intensiteettiä (kuten hyppyjen korkeus ja nopeus), jotta saavutettaisiin urheilulajin optimaalinen harjoittelun intensiteetti ja energian varastointia huomioiva harjoittelu. Vaikuttaa sille, että plyometrinen harjoitusten aloittaminen on usein kuormittavin ja kipua provosoivin vaihe, jonka vuoksi harjoittelua tulisi suorittaa aluksi vain joka kolmas päivä. Tämä perustuu siis 72 tunnin kollageenivasteeseen jänteen korkeaan energisessä kuormituksessa. Harjoittelun progressiota ohjaa kipu, jota yksilö kokee kuormituksen sietokykyä arvioivassa testiliikkeessä, kuten laskusuuntaisessa yhden jalan kyykyssä 24 tuntia harjoituksen jälkeen. Isometrisiä harjoituksia on mahdollista käyttää kivun hallitsemiseksi plyometrinen harjoitusten jälkeisinä välipäivinä. Lisääntynyt kipu kuormituksen sietokykyä arvioivassa yhden jalan laskusuuntaisessa testissä 24 tuntia plyometrisen harjoituksen jälkeen osoittaa, että kuormituksen sietokyky on ylitetty. Tällöin kuormituksen intensiteettiä tulisi säätää kipuvasteen mukaan ja ärtyneessä tilanteessa palata jopa aiemmalle matalammalle harjoittelutasolle palauttaen kuormituksen sietokyky siedettävälle tasolle. On mahdollista tai jopa todennäköistä, että kipu toisinaan lisääntyy muutaman päivän viiveellä, kun harjoittelu on ollut liian intensiivistä. Tämän vuoksi voi olla joskus tarpeen palata hetkellisesti jopa isometrisiin harjoituksiin, kunnes kipu on tasaantunut. Plyometriset harjoitukset voidaan sitten aloittaa uudestaan säätämällä harjoittelun intensiteettiä, jota pidettiin liian provosoivana. (Malliaras ym. 2015, 893.)

Vaihe 4. Paluu urheiluun

Progressiivisesti edenneiden plyometrinen harjoitusten jälkeen urheilija voi asteittain palata lajikohtaiseen harjoitteluun. On tärkeää, että plyometriset harjoitukset simuloivat urheilulajin edellyttämiä vaatimuksia liikkeen suoritustavan, mutta ennen kaikkea plyometrinen suoritusten intensiteetin ja volyymin osalta. Tässä harjoittelun vaiheessa vaiheen 3 harjoitukset korvataan asteittaisella paluulla lajiharjoitteluun ja lopulta kilpailuun. Alkuvaiheessa harjoittelun tulisi vastata vaiheen 3 eli plyometrinen energian varastointi harjoitusten loppuvaiheen volyymiä ja intensiteettiä, ja lopulta korvata asteittain vaiheen 3 aktiviteetit samankaltaisella harjoittelun volyymillä ja intensiteetillä urheilulajin vaatimusten mukaisesti. Paluuta urheiluun suositellaan, kun täysipainoista harjoittelua siedetään ilman oireiden provosoitumista. Jälleen kerran oireiden provosoitumista tulisi tarkkailla 24 tunnin vasteella, sillä harjoitusten jälkeinen kivun lisääntyminen on tavallista. Ennen urheiluun paluuta kuormituksen sietokyvyn lopputesteinä voidaan käyttää muun muassa maksimaalista kolmen hypyn testiä ja maksimaalista vertikaalisen hypyn testiä, joiden tulisi olla siedettyjä ennen urheiluun paluuta. Lajikohtaista harjoittelua tulisi aluksi suorittaa kolmen päivän välein, mutta tämä voi vaihdella kivun ärtyneisyyden ja yksittäisten urheilulajien vaatimusten mukaan. Tärkeää on kuitenkin edelleen huomioida kollageenikudoksen positiivinen nettosynteesi. Yksittäisen harjoitusviikon aikana suositellaan siis enintään kolmea korkean intensiteetin harjoitusta tai kilpailutapahtumaa. Huippu-urheilussa tätä pidetään periaatteena ensimmäisen paluuvuoden aikana. (Malliaras ym. 2015, 893.)

Kuormituksen sietokyvyn ylläpitämiseksi vaiheen 2 isotonisia voimaharjoituksia suositellaan suoritettavaksi vähintään kahdesti viikossa, kun urheilijat ovat palanneet takaisin urheilun pariin. Isotonisissa harjoituksissa suositellaan käyttämään mieluiten yhden jalan harjoituksia, kuten askelkyykkyjä, polvenojennusta reisipenkissä ja jalkaprässiä. Tarvittaessa urheilija voi suorittaa vaiheen 1 isometrisiä harjoituksia ajoittain, kuten ennen lajiharjoitusta tai sen jälkeen niiden välittömän kipua vähentävän vaikutuksen vuoksi. Myös urheiluun paluun jälkeen on yhä tärkeää huomioida muiden mahdollisten alaraajassa havaittujen joustavuuden- ja voimanpuutteiden, kuten pakaralihasten tai pohjelihasten vahvistamista. (Malliaras ym. 2015, 893.)

11 Kartoittava kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on muodostaa tiivistetty kokonaisuus aiemmin tutkitusta tiedosta (Stolt, Axelin & Suhonen 2016, 23). Kirjallisuuskatsaukset on yleensä jaoteltu kolmeen erilaiseen tyyppiin; kuvailevaan kirjallisuuskatsaukseen, systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen ja meta-analyysiin (Salminen 2011, 6). Narratiivisten katsausten tarkoituksena on kertoa tai kuvata aiheeseen liittyvää aikaisempaa tutkimusta. Narratiivisesta tutkimuksesta on olemassa useita erilaisia tyyppisiä, joita ovat muun muassa perinteinen narratiivinen katsaus, kartoittava katsaus, kriittinen katsaus ja scoping katsaus. (Stolt ym. 2016, 9.)

Kartoittavassa katsauksessa pyritään koostamaan käsitys jo olemassa olevasta tutkimuskirjallisuudesta, ja löytämään erityisiä puutteita tai tiedon aukkoja (Stolt ym. 2016, 10). Stolt ym. (2016, 10) kertoo Grantiin ja Boothiin (2009) viitaten, että kartoittavaa katsausta käytetään asettamaan olemassa oleva kirjallisuus tiettyyn kontekstiin, ja tutkimuskohteiden tunnistamiseen. Tämän tutkimuksen menetelmänä käytettiin kartoittavaa kirjallisuuskatsausta, jossa tutkittiin eksentrisen ja HSR- harjoittelun tehokkuutta kivun lievitykseen patella tendinopatian kuntoutuksen aikana. Kartoittava kirjallisuuskatsaus valikoitui työn tutkimusmenetelmäksi, koska se mahdollisti kattavan tutkimustiedon keräämisen aiheestani ja se tarjosi vastauksia tutkimuskysymykseeni.

Kartoittavassa kirjallisuuskatsauksessa käytetyt tietokannat olivat Cochrane, PubMed, ScienceDirect ja SPORTDiscus. Tietokantojen hakutermeinä on käytetty yhdistelmäsanuja ”patellar tendinopathy” AND pain* AND eccentric* OR heavy slow resistance*. Valitut tietokannat on valittu opinnäytetyöpajoissa saadun informaation ja fysioterapiaan soveltuvuuden osalta sekä omien testihakujen osalta muodostuneiden johtopäätösten osalta, jotka osoittivat edellä mainittujen tietokantojen soveltuvan ko. ilmiön tutkimiseen erinomaisesti. Valitut tietokannat esittivät keskeisimmät tutkimukset tutkitusta aiheesta.

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Tutkimukset vuosilta 2009-2021	Tutkimukset ennen vuotta 2009
Kieli englanti	Muu kieli kuin englanti
Tutkimus vertailee eksentristä ja HSR-harjoittelua kivun lievityksen tehokkuudessa	Tutkimus ei vertaile eksentristä ja HSR-harjoittelua kivun lievityksen tehokkuudessa
Tutkimus on tieteellinen artikkeli, kirja tai	Tutkimus ei ole tieteellinen artikkeli, kirja

muu tieteellinen julkaisu	tai muu tieteellinen julkaisu
Kuntoutuksen kesto vähintään 12 viikkoa	Kuntoutuksen kesto alle 12 viikkoa

Taulukko 5. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit.

Ennen hakuvaihetta muodostin sisäänotto- ja poissulkukriteerit, jotka kuuluvatkin keskeisesti kirjallisuuskatsauksen aineiston hakuun. Niiden avulla pyritään löytämään relevantti kirjallisuus ja vähentämään virheellisen tai puutteellisen katsauksen mahdollisuutta. Niiden avulla halutaan siis varmistaa, että katsauksen tarkoitus ja tavoitteet täyttyvät. (Stolt ym. 2016, 26.) Tutkimuksessa haluttiin tuottaa tuoretta tietoa, jonka vuoksi hakutulokset rajattiin 2009-2021 väliselle ajalle. Kirjallisuuskatsaukseni alkuperäisenä tarkoituksena oli rajata tutkimukset 2015-2021 väliselle ajanjaksolle, mutta tutkimuskysymykseeni vastaavan vähäisen määrän vuoksi ajanjakso rajattiin uudelleen 2009-2021 väliselle ajanjaksolle.

Tutkimustuloksia haettiin aiemmin mainituista tietokannoista vain englannin kielellä, koska suomenkielisiä tutkimuksia ei aiheesta löytynyt aiemmin tehtyjen useiden testihakujen perusteella. Muita kieliä ei tutkimukseen hyväksytty kielenkäännösten haastavuuden ja tutkimuksen luotettavuuden säilyttämiseksi. Tutkimuksen tuli vertailla eksentristä ja HSR-harjoittelua kivun lievityksen tehokkuudessa. Tutkimuksen tuli olla tieteellinen artikkeli, kirja tai muu tieteellinen julkaisu. Tutkitun kuntoutus intervention keston tuli olla vähintään 12 viikkoa. Poissulkukriteerit muodostuivat sisäänottokriteerejä mukaillen: Tutkimukset ennen vuotta 2009, muu kieli kuin englanti, tutkimus ei vertaile eksentristä ja HSR-harjoittelua kivun lievityksen tehokkuudessa, tutkimus ei ole tieteellinen artikkeli, kirja tai muu tieteellinen julkaisu. Kuntoutuksen kesto oli alle 12 viikkoa.

Hakutermien käyttämiseen ja rakenteen muotoiluun tarjosivat apua laurean kirjallisuuskatsauspajat, jotka auttoivat muodostamaan relevantteja hakusanoja, niin että hakutuloksista muodostui mahdollisimman tarkoituksenmukaisia ja relevantteja. Patellar tendinopathy on haettu heittomerkeillä, jotta hakutulokset tarjoavat näitä kahta termiä yhdessä. Ilman heittomerkkejä hakutulokset muuttuvat epärelevanteiksi, sillä tietokannat hakevat tällöin hakutuloksia erikseen molemmilla hakusanoilla. Eccentric hakusana on katkaistu * merkillä, jotta saadaan mahdollisimman laaja hakutulos kaikkeen eksentriseen harjoitteluun liittyvästä tutkimustiedosta ja jotta mitään aihetta käsittelevää tutkimustietoa ei jäisi hakutulosten ulkopuolelle. Esimerkkinä ”eccentric training” poissulkee muita mahdollisia eksentriseen harjoitteluun liitettyjä hakutuloksia, kuten esimerkiksi ”eccentric exercise”. Heavy slow resistance hakusana on myös katkaistu * merkillä samoin perusteluun kuin eksentrinen. Tietokantojen tutkimustulokset on rajattu Full text:iin. Hakutermien välillä käytettiin AND, jotta hakutuloksiin muodostui patella tendinopatiaa ja eksentristä tai heavy slow resistance harjoittelua yhdessä käsittelevät tutkimusartikkelit. Eksentrisen ja heavy slow resistancen välillä käytettiin OR, jotta kaikki ko. aiheita käsittelevät tietokantojen

tutkimustulokset ja tutkimuskysymykseen vastaavat tutkimukset saatiin tietokannoista kerättyä mahdollisimman kattavasti opinnäytetyöhön mukaan.

Tietokantoina olivat Cochrane, PubMed, ScienceDirect ja SPORTDiscus. Tutkimuksia haettiin aiemmin mainituilla hakusanoilla 20.3.2021. ScienceDirect hakutulokset rajattiin fysioterapiaa käsitteleviin artikkeleihin. Ilman rajausta hakutuloksia muodostui 268, josta suurin osa käsitteli patella tendinopatiaan kohdistuvaa lääkinällistä hoitoa. Tämän vuoksi rajaukseen lisättiin Publication title valikosta Physical therapy in Sport (29), Science & Sports (5), Journal of Bodywork and Movement Therapies (5), Physiotherapy (5) ja Journal of Physiotherapy (3). Yhdessä näistä muodostui 47 tutkimusta, jotka käsittelivät tutkimukseni hakusanoja fysioterapian näkökulmasta, jättäen hakutulosten ulkopuolelle tutkimuskysymyksen kannalta epärelevantit, kuten lääkinällistä hoitoa käsittelevät tutkimukset.

SPORTDiscus tietokannan osalta choose databases valikosta valittiin fysioterapiaan parhaiten soveltuvat SPORTDiscus with full text, MEDLINE ja CINAHL with full text, joista löytyi 56 hakutulosta. Hakutulokset rajattiin full textiin, jolloin hakutuloksia muodostui 35. SPORTDiscusin hakukantojen valinnat muodostettiin laurean kirjallisuuskatsaus pajoista saadun asiantuntevan tiedon avulla. Cochrane tietokannasta hakutulosten määrä oli 73, joista tiivistelmän ja otsikon perusteella valikoitui 4 tutkimusta tarkempaan tarkasteluun. Pubmedin hakutulosten määrä oli 71, joista valikoitui tiivistelmän ja otsikon perusteella 4 tutkimusta. Molemmassa tietokannoissa tutkimustulokset rajattiin full textiin.

Tietokanta	Hakusanat	Hakutulos	Tiivistelmän perusteella	Koko tekstin perusteella valitut
Cochrane	”patellar tendinopathy” AND pain* AND eccentric* OR heavy slow resistance*	73	4	1

PubMed	<p>"patellar tendi- nopathy"</p> <p>AND</p> <p>pain*</p> <p>AND</p> <p>eccentric*</p> <p>OR</p> <p>"heavy slow resistance"</p>	71	4	2
ScienseDirect	<p>"patellar tendi- nopathy"</p> <p>AND</p> <p>pain</p> <p>AND</p> <p>eccentric</p> <p>OR</p> <p>"heavy slow resistance"</p>	47	3	1
SPORTDiscus (EBSCO)	<p>"patellar tendi- nopathy"</p> <p>AND</p> <p>pain*</p> <p>AND</p> <p>eccentric*</p> <p>OR</p> <p>heavy slow resistance*</p>	35	4	2

Taulukko 6. Käytetyt tietokannat, hakusanat ja hakutulokset.

Valtaosa hakutulosten tutkimuksista käsittelivät patella tendinopatian lääkinällistä hoitoa, shock wave terapiaa tai näiden hoitomenetelmien yhdistämistä eksentriseen harjoitteluun. Tutkimuksista iso osa käsitteli eksentrisiä tai isometrisiä harjoitusmenetelmiä yksinään tai yhdessä patella tendinopatian kuntoutuksessa. Patella tendinopatian kuntoutuksen heavy slow resistance- harjoittelua käsitteleviä ja tutkimuskysymykseen vastaavia tutkimuksia löytyi tietokannoista vain rajallinen määrä. Useat artikkelit kuitenkin korostivat tarpeellisuutta lisätutkimuksille. Yhteensä 15 tutkimusta vastasivat tutkimuskysymykseen tiivistelmän perusteella, jonka vuoksi ne luettiin tarkasti läpi. Tutkimukset, jotka karsiutuivat työn ulkopuolelle eivät täyttäneet sisäänottokriteereitä, joko vastaamalla tutkimuskysymykseen tai ne eivät esittäneet selkeästi tutkimusmenetelmää. Kuusi tutkimusta, jotka valittiin työhön, vastasivat tutkimuskysymykseen ja täyttivät kaikki sisäänottokriteerit.

12 Tulokset

Tämän kartoittavan katsauksen tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa tutkimuksen tekijöiden, tutkimusten keskeisimpien tietojen ja tutkimusten keskeisimpien tulosten osalta. Tarkemmat ja yksityiskohtaisemmat tutkimusten tiedot ja tulokset on esitetty taulukon jälkeen esiintyvissä kappaleissa. Tutkimusten järjestys on esitetty tutkimuksen vuosiluvun mukaisesti alkaen vanhimmasta ja päättyen tuoreimpaan tutkimukseen.

Tutkimus	Tekijät	Tutkimuksen keskeiset tiedot	Tutkimuksen keskeisimmät tulokset
Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy	Kongsgaard ym. 2009	Satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa (RCT) tutkittiin jännekudoksen kortikosteroidi-injektioiden (CORT), eksentrisen laskusuuntaisen kyykkyharjoittelun	Kipu ja toiminnalliset tulokset olivat eksentrisessä ja HSR-harjoittelussa VISA-P:ssä samanlaiset 12 viikon ja kuuden kuukauden kohdalla.

		(ECC) ja heavy slow resistance-harjoittelun (HSR) kliinisiä, rakenteellisia ja toiminnallisia vaikutuksia patella tendinopatiassa.	
Treatment options for patellar tendinopathy: critical review	Gaida & Cook 2011	Kriittisen katsauksen tarkoituksena oli raportoida eri hoitomenetelmien riskejä ja hyötyjä patella tendinopatian kuntotutuksessa.	Valtaosa tutkimuksista suosittelee eksentrisen 25 asteen laskusuuntaisen kyykyn käyttöä patella tendinopatian kivun hallintaan. Kohtalaista näyttöä löydettiin heavy slow resistance harjoittelusta (HSR) konservatiivisena hoitona ja vaihtoehtona eksentriselle harjoittelulle.
Treatment of patellar tendinopathy—a systematic review of randomized controlled trials	Larsson, Käll & Nilsson-Helander 2011	Systemaattisen katsauksen tarkoituksena oli muodostaa systemaattinen katsaus, tehdä päätelmiä ja vertailla hoitomuotoja aiemmin julkaistuista RCT- tutkimuksista.	Eksentrisen hoidon tulisi olla suositeltava ensimmäinen valinta patella tendinopatian kivun hoidossa. Kohtalaista näyttöä löydettiin heavy slow resistance harjoittelusta (HSR) konservatiivisena hoitona ja vaihtoehtona eksentriselle harjoittelulle.
Achilles and Patellar	Malliaras, Langberg	Systemaattisen	Systemaattisessa

<p>Tendinopathy Loading Programmes - A Systematic Review Comparing Clinical Outcomes and Identifying Potential Mechanisms for Effectiveness</p>	<p>& Reeves 2013</p>	<p>katsauksen tarkoituksena oli arvioida tutkimusten näyttöä, jotka vertailevat kahta tai useampaa kuormitus ohjelmaa patella tendinopatian kuntoutuksessa.</p>	<p>katsauksessa todettiin, että on vähintään yhtävertaista kliinistä näyttöä kivun lievityksen tehokkuudesta eksentrisen ja konsentrisen harjoitusyhdistelmästä (HSR) verrattuna eksentriseen kuormitukseen. Tämä viittaa siihen, että kliinisiä todisteita on hyvin vähän eksentrisen harjoittelun eristämiseksi.</p>
<p>Eccentric or Concentric Exercises for the Treatment of Tendinopathies?</p>	<p>Coupe, Svensson, Silbernagel, Langberg & Magnusson 2015</p>	<p>Katsauksessa käsitellään eri harjoitusmuotojen näyttöä patella tendinopatian kuntoutuksessa selvittämällä eri kuormitustapojen vaikutuksia jänteeseen.</p>	<p>Katsauksen mukaan on hyvin vähän näyttöä eksentrisen harjoittelun eristämisen hyödyistä kivun lievityksen tehokkuudessa verrattuna eksentrisen ja konsentrisen harjoittelun yhdistelmään.</p>
<p>Effectiveness of progressive tendon-loading exercise therapy in patients with patellar tendinopathy: a randomised clinical trial</p>	<p>Breda ym. 2020</p>	<p>Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus (RCT). Tarkoituksena oli verrata progressiivisen jänteen kuormitus harjoitusten tehokkuutta</p>	<p>RCT tutkimus osoittaa, että progressiiviseen harjoitteluun (HSR-harjoittelu) osallistuvien kliiniset tulokset (VISA-P) kivun lievityksen tehokkuudessa olivat ylivertaisia verrattuna</p>

		eksentriseen harjoitteluun potilailla, joilla on patella tendinopatia.	eksentriseen harjoitusryhmään.
--	--	--	--------------------------------

Taulukko 7. Tutkimusten tulokset.

Kongsgaardin ym. 2009 satunnaistetussa kliinisessä tutkimuksessa verrattiin heavy slow resistance (HSR) harjoitusta ja eksentristä harjoitusohjelmaa, jossa hyödynnettiin laskusuunnan kyykyjä (decline squat). Tutkimukseen osallistui 39 potilasta, jotka jaettiin satunnaisesti kortikosteroidi-, eksentriseen- tai HSR-hoitoon 12 viikon ajaksi. Tutkimuksessa arvioitiin patella tendinopatian kipua ja toimintakykyä, jännekipua harjoittelun aikana, tyytyväisyyttä hoitoon, jänteen turvotusta, jänteen vaskularisaatiota, jänteen mekaanisia ominaisuuksia ja kollageenin uudistumista. Kivun arvioinnissa käytettiin VISA-P ja VAS kyselylomakkeita. Arvioinnit tehtiin lähtötilanteessa, 12 viikon kohdalla ja jatkoseurannassa 6kk jälkeen. (Kongsgaard ym. 2009, 790.)

Kongsgaardin tutkimuksessa (2009) HSR-ohjelma koostui konsentrisistä ja eksentrisistä kyykyistä, hack kyykyistä ja jalkaprässistä käyttäen molempia alaraajoja. Kutakin harjoitusta varten suoritettiin 4 sarjaa, jotka etenivät 15 toistomaksimiin (15RM) perustuvasta alkukuormituksesta 6RM:n. Koehenkilöt suorittivat jokaisessa harjoituksessa neljä sarjaa 2-3 minuutin lepojaksolla sarjan välillä. Toistot ja kuormat etenivät seuraavasti: ensimmäisellä viikolla 15 RM, toisella ja kolmannella viikolla 12 RM, neljännellä ja viidennellä viikolla 10 RM, jonka jälkeen seuraavat kaksi viikkoa 8 RM ja viimeisten kolmen viikon, eli viikkojen 9-12, ajan tehtiin 6 RM. Kaikissa harjoituksissa lähdettiin liikkeelle polven täydestä ojennuksesta, jonka jälkeen harjoitus suoritettiin 90 asteen fleksioon, josta polvi ojennettiin takaisin täyteen ojennukseen. Koehenkilöitä ohjeistettiin pysymään kolme sekuntia jokaisen eksentrisen ja konsentrisen vaiheen aikana, eli yksi toisto kesti 6 sekuntia. Vaikka harjoitusten aikana oli sallittua tuntea siedettävää kipua, niin kipu ei saanut kuitenkaan lisääntyä merkittävästi harjoituksen päätyttyä. (Kongsgaard ym. 2009, 791.)

Toisen ryhmän osallistujat tekivät yhden harjoituksen aikana kolme sarjaa 15 toistolla. He tekivät hitaita eksentrisiä toistoja yhden jalan laskusuuntaisilla kyykyillä kahdesti päivässä, 12 viikon ajan. Tämän ryhmän koehenkilöitä ohjeistettiin tekemään jokaista toistoa kolmen sekunnin ajan ja lisäksi pitämään kahden minuutin lepo sarjojen välissä. Myös tässä ryhmässä kivun tuntemukset olivat sallittuja harjoittelun aikana, mutta ne eivät saaneet lisääntyä merkittävästi harjoittelun päätyttyä. Kuormitusta lisättiin vähitellen kuormituksen sietokyvyn kasvaessa. Kuormituksen lisäämiseen käytettiin ulkoisia lisäpainoja. (Kongsgaard ym. 2009, 792.)

Kaikkien ryhmien tulokset paranivat VISA-P ja VAS kyselyiden mukaan, eli kipu lievittyi kaikissa ryhmissä 12 viikon aikana. Tulokset säilyivät 6kk seurannassa eksentrisessä ja HSR:ssä, mutta heikkenivät kuitenkin kortikosteroidi ryhmässä. Hoito ei vaikuttanut jänteen mekaanisiin ominaisuuksiin, sillä ne olivat samanlaiset sekä loukkaantuneissa että terveissä jäntheissä. HSR-harjoittelussa havaittiin hyviä lyhyen ja pitkän aikavälin kliinisiä vaikutuksia, kuten patologian parantumista ja huomattavaa edistystä kollageenin uusiutumisessa. Tutkimuksessa muodostui johtopäätös, että HSR-harjoittelu olisi hyödyllistä patella tendinopatian hoidossa, koska HSR-harjoittelu voi tuottaa sekä jänteen hypertrofiaa että parantuneita jänteen mekaanisia ominaisuuksia. (Kongsgaard ym. 2009, 794-796.) Yhteenvetona voidaan todeta, että kipu ja toiminnalliset tulokset olivat VISA-P:ssä ja VAS:ssa samanlaiset 12 viikon ja kuuden kuukauden kohdalla (Kongsgaard ym. 2009, 798). Kongsgaard ym. (2009, 798) toteavat, että eksentristä harjoittelua tukevaa tutkimusnäyttöä on rajallisesti ja HSR-ohjelman suhteen vain keskitason tutkimusnäyttöä.

Gaida & Cook (2011) systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa oli mukana yhteensä kymmenen harjoitteluinterventiota, joihin sisältyi eksentrisiä ja HSR-harjoittelua käsitteleviä tutkimuksia. Gaida & Cook (2011) totesivat kirjallisuuskatsauksessaan, että eksentrisen harjoittelu on ollut tendinopatian kuntoutuksen kulmakivi yli vuosikymmenen ajan, ja huomattava näyttö tukee sen tehokkuutta patella tendinopatian hallinnassa. He totesivat katsauksessaan myös, että useat uudet lähestymistavat, jotka muokkaavat eksentristä harjoittelua sekä HSR-harjoittelu vaikuttavat lupaaville patella tendinopatian kuntoutuksessa. Vaikka katsauksessa löydettiin kohtalaista näyttöä heavy slow resistance harjoittelusta (HSR) konservatiivisena hoitona ja toisaalta myös vaihtoehtona eksentriselle harjoittelulle, niin valtaosa katsauksen tutkimuksista suosittelee kuitenkin eksentrisen kyykyn (decline squat) käyttöä patella tendinopatian kivun hallintaan. (Gaida & Cook 2011, 265-269.)

Myös Larsson, Käll & Nilsson-Helander (2011) toteuttivat systemaattisen katsauksen systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessaan, jossa he vertailivat 13 hoitointerventiota. He toteavat katsauksessaan, että eksentrisen harjoittelun tulisi olla ensisijainen hoitomuoto patella tendinopatian kivun hoitoon, sillä katsauksen tutkimuksissa oli vahvaa näyttöä eksentrisen harjoittelun hyödyistä kivun hoidossa. Larsson ym. (2011) toteavat kuitenkin, että harjoituksen tyyppi, frekvenssi, kuormitus ja annostelu vaativat yhä lisätutkimuksia. Myös heavy slow resistance harjoittelusta (HSR) löydettiin kohtalaista näyttöä patella tendinopatian hoidossa. Kohtalaista näyttöä määritellään löydöksenä yhdessä laadukkaassa satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa tai yhdenmukaisina havaintoina useissa heikkolaatuisissa tutkimuksissa. Katsauksessa todettiin, että korkealaatuisista tutkimuksista

on puutetta ja tämän vuoksi selkeitä johtopäätöksiä tehokkaasta terapiamuodosta on haastavaa tehdä. (Larsson ym. 2011.)

Malliaras, Langberg & Reeves 2013 (4) tekivät myös systemaattisen kirjallisuuskatsauksen, jossa kuudessa tutkimuksessa verrattiin kahta tai useampaa harjoitusohjelmaa patella tendinopatian hoidossa. Näihin kuuteen tutkimukseen oli osallistunut 112 henkilöä ja heidän keskimääräinen ikä oli 27 vuotta. Kaikki osallistujat harrastivat aktiivisesti urheilua ja 77% heistä oli miehiä. Katsauksen kahdesta korkealaatuisesta tutkimuksesta oli keskitason näyttöä, joiden mukaan eksentrisen ja HSR-harjoittelun VISA-P tulokset paranivat samalla tavalla. Kolme huonolaatuisempaa tutkimusta osoittivat rajallista näyttöä siitä, että kliiniset tulokset olivat parempia eksentrisen harjoittelun jälkeen verrattuna HSR-tyyppiseen harjoitteluun. On vain rajallista näyttöä siitä, että VISA-P tulokset paranivat enemmän eksentrisen kuormituksen jälkeen verrattuna konsentriseen tai eksentris-konsentriseen kuormitukseen. Toisaalta on kuitenkin kohtalaista näyttöä siitä, että eksentrisen harjoittelu tuottaa samanveroisia VISA-P tuloksia kuin HSR-harjoittelu, mutta HSR-harjoittelussa potilaiden subjektiivinen tyytyväisyys on korkeampaa eksentrisen harjoittelun potilaisiin verrattuna. (Malliaras ym. 2013).

Voidaankin sanoa, että myös Malliaraksen ym. (2013) systemaattisessa katsauksessa on havaittu rajallista ja ristiriitaista näyttöä patella tendinopatian kivun lievityksessä. Merkittävämpää tutkimusnäyttöä löytyy HSR- kuormitukselle patella tendinopatiassa. HSR-harjoittelu vaikuttaa johtavan todennäköisemmin jänteen adaptaatioon, mutta lisää tutkimuksia tarvitaan. Systemaattisessa katsauksessa todettiin, että on vähintään yhtävertaista kliinistä näyttöä kivun lievityksen tehokkuudesta eksentrisen ja konsentrisen harjoitusyhdistelmästä (HSR) verrattuna eksentriseen kuormitukseen. Tässäkin katsauksessa todettiin, että patella tendinopatian hoidosta on liian vähän laadukasta näyttöä, mutta on olemassa näyttöä sellaisten kuormitusohjelmien hyödyistä, jotka yhdistävät eksentristä ja konsentristä lihastyötä. (Malliaras ym. 2013.)

Couppen, Svenssonin, Silbernagelin, Langbergin & Magnussonin (2015) katsauksen mukaan vain yhdessä tutkimuksessa on verrattu eristettyä eksentristä kuormitusta identtiseen konsentriseen kuormitukseen täysin samalla kuormituksen (load magnitude) suuruudella, volyyymilla ja nopeudella. Tämän tutkimuksen tuloksena oli, että eksentrisen kuormitus oli tehokkaampi kivun lievittämisessä kuin konsentrisen kuormitus. Kuitenkin tutkimuksen osallistujien keskeyttäjien suuri määrä aiheutti haasteita luotettavan vertailun ja johtopäätöksen tekemiselle. Muissa Couppen ym. (2015, 859) katsauksen tutkimuksissa verrattiin eksentrisiä ja HSR-tyyppisiä harjoitusmuotoja kuitenkin niin, että kuormituksen toistomäärä ja suuruus olivat erilaisia. Eristettyjä eksentrisiä kyykkyjä laskulaudalla on

verrattu konsentris / eksentrisiin kyykkyihin huippulentopalloilijoilla. Molemmat ryhmät suorittivat harjoituksia oireilevalle alaraajalle 12 viikon ajan ennen kilpailukauden aloittamista. Molemmat protokollat johtivat vähentyneeseen kipuun ja lisääntyneeseen toimintakykyyn ilman eroa ryhmien välillä. (Coupe ym. 2015, 859.)

Yhdessä tutkimuksessa eksentrisiä kyykkyjä verrattiin konsentris-eksentrisiin polven fleksio ja ekstensio laiteharjoituksiin, jossa tavoitteena oli luoda voimakas konsentrisen kuormitus. Molemmat ryhmät harjoittelivat progressiivisella kuormituksella viisi kertaa viikossa ja molemmissa ryhmissä jännekipu oli vähentynyt 12 viikon jälkeen, mutta tulokset eivät eronneet ryhmien välillä. Yhdessä tutkimuksessa puolestaan eksentristen kyykkyjen kivun lievityksen tehokkuutta verrattiin yhdistettyyn konsentris ja eksentriseen HSR-tyyppiseen harjoitteluun. Molemmat harjoitteluohjelmat saivat saman verran aikaan vähentynyttä kipua ja parantunutta toimintakykyä. Sen lisäksi HSR-tyyppisen harjoittelun todettiin liittyvän positiivisiin rakenteellisiin muutoksiin. Coupe ym. 2015, 859.)

Yhteenvetona Couppen ym. (2015) katsauksesta voidaan sanoa, että on hyvin vähän näyttöä eksentrisen harjoittelun eristämisen hyödyistä. Mekanismit, jotka todennäköisesti vaikuttavat jänteen adaptaatioon, näyttävät liittyvän lähinnä jänteen kuormituksen suuruuteen ja kestoon, eikä suuremmille jänteen kuormituksille eksentrisissä harjoituksissa tietyllä voimalla ole teoreettista perustaa. Tutkimusten perusteella ei ole riittävän luotettavaa näyttöä, joka tukisi käsitystä siitä, että eksentrisen kuormitus olisi tehokkaampaa kivun lievityksessä kuin muut patella tendinopatian kuormitusohjelmat. Katsauksen mukaan onkin siis hyvin vähän näyttöä eksentrisen harjoittelun eristämisen hyödyistä kivun lievityksen tehokkuudessa verrattuna eksentrisen ja konsentrisen harjoittelun yhdistelmään. (Coupe ym. 2015, 859-860.)

Bredan ym. (2020, 2) satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa verrattiin kivun lievityksen tehokkuutta progressiivisen jänteen kuormitusharjoituksen ja eksentriseen harjoittelun potilailla. Tutkimuksessa käytettiin isotonista harjoitusmuotoa, heti kun kipu salli sen käytön. Isotonisessa harjoittelussa käytettiin HSR-protokollaa. Tutkimukseen osallistui 76 potilasta, joiden keski-ikä oli 24 vuotta. Kaikilla potilailla oli kliinisesti diagnosoitu tai ultraäänellä vahvistettu patella tendinopatia. Tutkimukseen osallistuneista 38 potilasta satunnaistettiin progressiiviseen harjoitteluryhmään ja 38 potilasta eksentriseen harjoitteluryhmään. Tuloksia arvioitiin VISA-P kyselylomakkeella 24 viikon kuluttua harjoittelun aloitusten jälkeen. (Breda ym. 2020, 2.)

Progressiivisen harjoitusryhmän potilaat suorittivat isometrisiä, isotonisia (HSR), energiaa varastoivia ja urheilulajikohtaisia harjoituksia hyväksyttävän kivun rajoissa, joka oli VAS-asteikolla kolme tai vähemmän. Progressiivisen harjoitusryhmän ohjelma sisälsi neljä

vaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa suoritettiin päivittäin isometrisiä harjoituksia, joissa harjoitusannosteluna käytettiin viittä sarjaa 45 sekunnin pidoilla, joka suoritettiin 70 %:lla maksimaalisesta voimantuotosta. Toisessa vaiheessa siirryttiin isotonisiin HSR-tyyppisiin harjoituksiin. Harjoittelussa käytettiin joka toinen päivä ensimmäisen vaiheen isometrisiä harjoituksia, ja joka toinen päivä uusia isotonisia, eli HSR-tyyppisiä harjoituksia. Isotoniset harjoitukset suoritettiin joko yhden jalan jalkaprässillä tai polven ojennuslaitteella. Harjoitukset aloitettiin neljällä sarjalla, 15 toistolla, polvikulman 10° - 60° välillä ja etenivät hitaasti 4 sarjaan, 6 toistoon kasvavalla kuormituksella ja polvikulman edetessä lähes täyden ekstension ja 90° fleksion välille. (Breda ym. 2020, 2.)

Kolmannessa vaiheessa harjoitteluun lisättiin plyometrisistä kuormitus- ja juoksuharjoituksia. Toisen vaiheen harjoittelua jatkettiin, mutta joka kolmas päivä toteutettiin uusia plyometrisiä harjoitteita niin, että aloitettiin kolmesta sarjasta 10 toistolla käyttäen molempia jalkoja ja edeten hitaasti kuuteen sarjaan, 10 toistolla yhdellä jalalla tehtyihin harjoituksiin. Neljäs ja viimeinen vaihe koostui HSR-tyyppisten harjoitusten ohella lajikohtaisista harjoituksista 2-3 päivän välein, jotka olivat ominaisia potilaan urheilulajille. Vaiheesta toiseen eteneminen tapahtui kipuvasteen mukaisesti. Potilaita kehoitettiin palaamaan vähitellen urheilulajikohtaiseen harjoitteluun, joka suoritettiin 2-3 päivän välein, jotta mahdollistettaisiin palautuminen voimakkaista jännettä kuormittavista harjoituksista.

Kontrolliryhmän hoitona oli eksentrisen harjoitusohjelma, jota suoritettiin ensimmäisessä vaiheessa kahdesti päivässä, 12 viikon ajan. Harjoituksia tehtiin kolme sarjaa, aina 15 toistoa kerrallaan. Eksentriset harjoitukset suoritettiin 25°:n laskusuuntaisella korokkeella. Harjoittelu koostui yhden jalan laskusuuntaisesta kyykystä, jossa eksentrisen vaihe suoritettiin oireilevalla jalalla ja konsentrisen vaihe suoritettiin pääasiassa kontralateraalista ”tervettä” jalkaa käyttäen. Potilaita kehoitettiin sallimaan kipua harjoittelun aikana, ja kuormitusta kehoitettiin lisäämään, jos kipua tuntui vähän tai ei ollenkaan. VAS-pisteet sai olla jopa yli 5. Seuraavaan vaiheeseen siirryttiin, jos ensimmäisen vaiheen harjoituksia oli noudatettu ja kun lisäpainoilla tehtyjen eksentristen harjoitusten aikana esiintyi enää vain hyväksyttävää kipua, eli VAS-asteikolla 3 tai vähemmän. Toisen vaiheen harjoitukset koostuivat lajikohtaisista harjoituksista, jotka olivat ominaisia kyseiselle urheilulajille. Samalla jatkettiin ensimmäisen vaiheen harjoituksia, joita tehtiin kahdesti viikossa. (Breda ym. 2020, 3-4.)

VISA-P- pistemäärän paraneminen oli merkittävästi tehokkaampi progressiivisella (HSR) harjoitteluryhmällä kuin eksentrisellä harjoitteluryhmällä 24 viikon kuluttua. Progressiivisessä harjoitteluryhmässä VISA-P tulos parani keskimäärin 28 pistettä, kun taas eksentrisessä harjoitteluryhmässä tulos parani 18 pistettä. Progressiivisesta harjoitteluryhmästä urheilulajin pariin palasi 43 %, kun taas eksentrisestä ryhmästä vain 27 % kykeni palaamaan urheilulajinsa pariin. Ryhmien välillä ei ollut eroa harjoitusohjelmien noudattamisessa 24 viikon jälkeen.

Tulosten yhteenvetona patella tendinopatian potilailla progressiivinen jänteen kuormitusharjoittelu johti merkittävästi parempaan tulokseen kivun lievityksen tehokkuudessa 24 viikon jälkeen, verrattuna eksentriseen harjoittelumuotoon. Progressiivinen, eli HSR-tyylinen, harjoittelu oli tässä tutkimuksessa selkeästi tehokkaampi kivun lievityksessä kuin eksentrisen harjoittelu, ja siksi sitä suositellaankin patella tendinopatian hoitoon. (Breda ym. 2020, 5-8.)

13 Johtopäätökset

Kongsgaard ym. (2009, 798) toteaa, että satunnaistetun kontrolloidun tutkimuksen mukaan kipu ja toiminnalliset tulokset VISA-P:ssä olivat eksentrisessä ja HSR- harjoittelussa samanlaiset 12 viikon ja kuuden kuukauden kohdalla. Gaida & Cook (2011, 268) ja Larsson ym. (2011) suosittelivat eksentristä harjoittelua ensilinjan hoitona patella tendinopatiaan sen aiheuttamien tehokkaampien VISA-P ja VAS tulosten vuoksi verrattuna HSR- protokollaan. Malliaras ym. (2013) ja Coupe ym. (2015, 860) muodostivat katsauksissaan johtopäätöksen, jonka mukaan on ristiriitaista näyttöä siitä, onko eksentrisen vai eksentrisen ja konsentrisen yhdistelmä, HSR- harjoittelu tehokkaampaa patella tendinopatian kivun lievityksessä. Molempien katsausten mukaan on hyvin vähän näyttöä eksentrisen harjoittelun eristämisen hyödyistä verrattuna eksentrisen ja konsentrisen harjoittelun yhdistelmään. Breda ym. (2020, 8) muodostivat tutkimuksessaan johtopäätöksen, jonka mukaan progressiivinen jänneharjoittelu, jossa käytetään HSR-harjoittelua, on ylivertainen kivun lievityksen tehokkuudessa (VISA-P) verrattuna eksentriseen harjoitteluun. Breda ym. (2020, 8) mukaan progressiivista jänneharjoittelua suositellaan patella tendinopatian hoitoon.

Katsauksen kolme tutkimusta, Kongsgaard ym. (2009), Malliaras ym. (2013) & Coupe ym. (2015) siis osoittivat, että eksentrisen ja HSR- harjoittelun kivun lievityksen tehokkuudessa ei ole merkittäviä eroja. Kaksi tutkimuksesta, Gaida & Cook (2011) ja Larsson ym. (2011) suosittelivat eksentristä harjoittelua ensilinjan hoitona, koska suuri osa tutkimusnäytöstä tukee eksentristen harjoitusten käyttöä patella tendinopatian kuntoutuksessa verrattuna HSR- harjoitteluun. Huomionarvoista kuitenkin on, että heidän tutkimuksissaan eksentrisen ja konsentrisen harjoittelun yhdistelmä, HSR- harjoittelu osoittautui vain yhdessä Kongsgaardin ym. (2009) tekemässä korkealaatuisessa tutkimuksessa yhtä tehokkaaksi harjoitusmenetelmäksi lievittämään kipua kuin eksentrisen harjoittelu. Yksi korkealaatuinen tutkimus tarkoittaa keskitason näyttöä (Larsson ym. 2011). Breda ym. (2020) osoitti RCT tutkimuksessaan progressiivisen jänneharjoittelun, jossa käytettiin HSR- harjoittelua, olevan tehokkaampi patella tendinopatian kivun lievityksen tehokkuudessa verrattuna eksentriseen harjoitteluun. Kliinisten tulosten ero osoitettiin VISA-P kyselylomakkeella.

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksenä oli: miten eksentrisen ja HSR-harjoittelu tutkimusten mukaan eroavat kivun lievityksen tehokkuudessa patella tendinopatian kuntoutuksen aikana? Yhteenvetona kartoittavan kirjallisuuskatsauksen tulokset osoittivat eksentrisen ja HSR-harjoittelun kivun lievityksen tehokkuudessa ilmenevän vain minimaalisia eroja, eikä kumpikaan harjoitusmenetelmä osoita olevan toistaan merkittävästi tehokkaampi patella tendinopatian kivun lievityksessä. Tutkimustulosten osalta patella tendinopatian kanssa yleisimmiten käytetyn eksentrisen harjoittelun sijaan voidaan käyttää myös heavy slow resistance harjoittelua sen tarjoamien samanveroisten kipua lievittävien ja polven toimintakykyä parantavien vaikutusten vuoksi.

14 Pohdinta

Pohdinnassa käsittelen tämän kirjallisuuskatsauksen tuloksia, opinnäytetyön eettisyyttä ja luotettavuutta, sekä esitän erilaisia ehdotuksia mahdollisista ja tarpeellisista jatkotutkimuksista liittyen eksentrisen ja HSR-harjoittelun kivun lievityksen tehokkuuden eroavaisuuksien selvittämiseen. Tulosten pohdinnassa pyrin pohtimaan erityisesti tulosten mahdollisia syitä. Pohdin muun muassa molempien harjoitusmenetelmien hyötyjä ja haittoja kivun lievityksen tehokkuudessa, peilaten niitä tuoreisiin tutkimustuloksiin ja tutkimustietoon. Eettisyyttä ja luotettavuutta pyrin pohtimaan monesta eri näkökulmasta. Luotettavuutta pohtiessa nostan esille esimerkiksi oman roolini ja sitoutumiseni tutkimukseeni, aineiston keruuseen, sekä tutkimuksen raportointiin liittyvät seikat. Eettisyys kappaleessa pohdin kirjallisuuskatsaukseni eettisyyttä hyvän tieteellisen käytännön pohjalta, johon kuuluu muun muassa muiden tutkijoiden ja heidän työnsä huomioiminen ja kunnioittaminen, tiedeyhteisön tunnustamien toimintatapojen noudattaminen, sekä yksityiskohtaisesti suunniteltu, toteutettu ja raportoitu toteutustapa (Tuomi & Sarajärvi 2018, 150-151). Työn lopussa olen esittänyt mielestäni tarpeellisia jatkotutkimusehdotuksia.

14.1 Tulosten pohdinta

Eksentristä harjoittelua on käytetty viime vuosikymmenien ajan ensilinjan hoitona patella tendinopatian kuntoutuksessa (Gaida & Cook 2011, 265). Tutkimustulokseni tuottaman tiedon mukaan saattaa olla aika muuttaa käsitystä eksentristen harjoitusten eristämisen tarpeellisuudesta patella tendinopatian kivun lievityksessä, jos samat vaikutukset kivun lievitykseen ja toimintakyvyn edistymiseen (VISA-P) saadaan eksentrisen/konsentrisen (HSR) harjoittelun yhdistelmällä. Katsauksen tuottaman tiedon valossa lienee tärkeää huomata, että pelkän lihastyömuodon valinnan sijaan kuntoutuksen tavoitteen saavuttamiseksi eli useimmissa tapauksissa ainakin kivun lievittämisen ja toimintakyvyn (VISA-P) parantamiseksi

tarvitsee ajatella ja suunnata katseet syvemmälle muihin mekanismeihin, kuten kuormituksen suuruuteen ja keston. Katsauksen tulos oli mielestäni looginen, kun otetaan huomioon, että molemmissa harjoitusprotokollissa potilaita on ohjeistettu säätämään harjoittelun kuormituksen määrää subjektiivisesti koetun kivun mukaan (noin VAS 3-5 alueella), jolloin harjoittelun kuormituksen suuruus ja mekanoreseptoreihin kohdistuvat stimulut ovat todennäköisesti suurempia kuin kivuttomalla alueella. Coupe ym. (2015, 860) toteavat, että perusmekanismit, jotka todennäköisesti vaikuttavat jänteen adaptaatioon, näyttävät liittyvän pääasiassa jänteen kuormituksen suuruuteen ja keston, eikä suuremmille jänteen kuormituksille eksentrisissä harjoituksissa ole teoreettista perustaa.

Lepo eli kuormituksen vähentäminen tai matala kuormitteinen harjoittelu ei auta tendinopatian hoidossa vaan jänteen kuormituksen sietokyvyn kasvattamiseen tarvitaan hieman jopa paradoksaalisesti lihasjänneyksikön kuormittamista. Näin toteaa myös Docking & Cook (2019, 304), että kivun johtaessa kuormituksen vähenemiseen, tämä kuormituksen väheneminen vaikuttaa negatiivisesti jänteen rakenteisiin ja mekaanisiin ominaisuuksiin, mikä johtaa sopeutumattomuuteen ja jänteen kuormituksen sietokyvyn laskuun. Lepo eli kuormituksen vähentäminen ei siis luonnollisestikaan kroonisessa patella tendinopatiassa auta, sillä se ei kasvata kuormituksen sietokykyä. Tämän vuoksi sekä eksentrisessä että HSR-harjoittelussa tarvitaan progressiivisesti etenevää patellajänteen kuormitusta, on harjoitusmenetelmä kumpi tahansa, jotta jänteen ja hermojärjestelmän kuormituksen sietokyvyn kasvattaminen on mahdollista toteutua. Näin toteaa myös Tarnanen (2020, 253), että jännekudos adaptoituu vahvasti mekaanisen kuormituksen puuttumiseen kollageenin määrän menetyksellä, rakenteellisella muuttumisella ja kuormituksen sietokyvyn laskulla. Tarnanen (2020, 253) mukaan jänteen optimaalisen terveyden vuoksi kuormituksen nousujohteinen kasvattaminen vaikuttaisikin olevan merkityksellistä. Mielestäni Kongsgaardin ym. (2009) ja Bredan ym. (2020) käyttämät HSR- harjoittelun progressiivisesti etenevät harjoitusmenetelmät suuremmilla mekaanisilla kuormilla mahdollistavat teoreettisesti tehokkaamman jänteen adaptaation ja kivun lievityksen, koska eksentrisissä käytettävät 15RM kuormittavat jännettä mekaanisesti vähemmän kuin HSR- harjoittelun 15RM kohti 6RM progressiivisesti etenevä harjoittelu.

Mielestäni eksentrisessä ja HSR- harjoittelussa ei tähdätä ensisijaisesti toimintakyvyn/suorituskyvyn (function) parantamiseen esimerkiksi voimaominaisuuksien kehittämisen osalta, vaan ennen kaikkea patella tendinopatian eksentristen ja HSR-harjoitusten alkuvaiheen keskeinen tavoite on kuormituksen sietokyvyn kasvattaminen ja progressiivinen jänteen adaptoiminen suurempiin kuormiin. Näin toteaa myös Muaidi (2020, 536) kuntoutuksen päätavoitteena on kehittää kuormituksen sietokykyä jänteen alueella keskittymällä aluksi kivun lievitykseen, mitä seuraa progressiivinen kuormitus. Harjoitukset voivat lisätä kollageenisäikeiden uudistumista jänneessä, mikä johtaa lihasjänne yksikön adaptaatioon fyysisen harjoittelun aiheuttamasta kuormituksesta (Muaidi 2020, 536).

Kongsgaard ym. (2009) toteaa, että HSR- harjoittelussa kollageenin uudistuminen oli eksentristä harjoittelua merkittävästi suurempaa. Kuten Muaidikin (2020, 536) toteaa, kollageenin uudistuminen johtaa lihasjänneyksikön adaptaatioon, jonka vuoksi HSR- harjoittelu voi mielestäni teoreettisesti lievittää jänteen kipua tehokkaammin. Näin Breda ym. (2020) totesikin, että eksentrisen/konsentrisen harjoitusyhdistelmän vaikutukset kivun lievitykseen olivat ylivertaisia verrattuna eksentriseen ryhmään. Mielestäni harjoittelun alkuvaiheen keskiössä onkin juuri mekanotransduktion hyödyntäminen progressiivisella harjoittelulla, kuten Tarnanen myös (2020, 250) toteaa, että mekanotransduktioon liittyvissä toimenpiteissä hyödynnetään tuki- ja liikuntaelin kudosten kykyä adaptoitua niihin kohdistuviin mekaanisiin kuormituksiin.

Mielestäni adaptaation saavuttamisen kannalta keskeistä onkin kohdistaa jänteen kuormituksen sietokyvyn ylärajalle sijoittuva mekaaninen kuorma, mitä on molemmissa harjoitusmenetelmissä pyritty hyödyntämään määrittämällä kuormituksen suuruus VAS 3-5 alueelle. Mielestäni harjoittelussa on siis tärkeää kohdistaa mekanoreseptoreille progressiivisesti suurempia mekaanisia kuormia, jotta kivun lievittyminen ja adaptaatio voimakkaisiin mekaanisiin urheilusuorituksiin on mahdollista toteutua. Näin toteaa myös Mascaro ym. (2018, 22), että voimakas mekaaninen kuormitus vaikuttaa johtavan adaptaatioon. Toisena keskeisenä tekijänä on harjoittelun progressiivisuus tarjoten kuormituksen sietokyvyn kasvaessa yhä suurempaa mekaanista kuormitusta. Näin toteaa myös Escriche-Escuder ym. (2020, 1), että progressiivisen terapeutin harjoittelun tavoitteena on tuottaa mekaanista ärsykettä, joka aiheuttaa biokemiallisia ja mekaanisia vasteita, aiheuttaen jänteen sopeutumista kuormitukseen ja harjoitteluun. Mielestäni molemmissa harjoitusprotokollissa kipua voidaankin käyttää yhtenä harjoittelun mittarina, jolla seurataan kuormituksen sietokyvyn etenemistä ja harjoittelun progressiivisuutta. Malliaras ym. (2015, 890) toteavat samoin, että harjoittelun progressiivisuuden eteneminen määräytyy yksilöllisesti kivun, voiman ja toiminnan perusteella. Mielenkiintoisesti useammissa eksentrisen harjoittelun protokollissa, kuten Kongsgaardin ym. (2009) ja Bredan ym. (2020) tutkimuksessa ohjeistettiin harjoittelemaan $VAS \geq 5$. Sen sijaan samoissa tutkimuksissa HSR- harjoittelu suoritettiin $VAS \leq 3$, jolloin mielestäni eksentrisessä harjoittelussa ohjeistettu suurempi harjoittelun aikainen kipu saattoi edesauttaa suuremman mekaanisen kuormituksen avulla jänteen adaptaatiota mekaaniseen kuormitukseen ja lievittämään kipua. Toisaalta HSR- harjoittelun 15RM kohti 6RM etenevä harjoittelu saattoi myös kohdistaa jänteeseen eksentristä harjoittelua suuremman mekaanisen kuorman.

Mielestäni kudoksen, johon patella tendinopatian alkuvaiheen harjoittelussa halutaankin kaikkein eniten keskittyä, on juuri neuraalinen kudos, jota adaptoidaan progressiivisesti kasvattavilla mekaanisilla kuormituksilla. Näin toteaa myös Docking & Cook (2019, 304), joiden mukaan adaptoituminen voi tapahtua metabolisesti aktiivisemmän kudoksen, kuten hermoston alueella. Docking & Cook (2019, 304) toteavat myös, että on epäselvää, mitä muutoksia, jos

niitä ylipäänsä tapahtuu paikallisesti jänteen tasolla, jotka voisivat helpottaa positiivista adaptaatiota. Mielestäni molemmissa harjoitus protokollissa progressiivisesti voimakkaammilla mekaanisilla stimuluksilla pyritään patellajännettä ja mekaanisia stimuluksia aistivia mekanoreseptoreita adaptoimaan asteittain urheilulajin aiheuttavalle mekaanisen kuormituksen tasolle. Molemmissa harjoitusmenetelmissä kivun kanssa (VAS 3-5) säädetyt harjoitukset mahdollistavat jänteen adaptaation, sillä mielestäni subjektiivinen kivun arviointi mahdollistaa kuormituksen progression. Myös Tarnanen (2020, 244) toteaa, että nykykäsityksen mukaan kipupotilaan sallitaan harjoitella tai häntä jopa rohkaistaan harjoittelemaan kiputuntemukseen asti, ja että VAS janalla alle 5 nähdään jännekuntoutuksessa hyväksyttävänä harjoittelun aikaisena kiputuntemuksena.

Kuntoutuksen onnistumisen kannalta elintärkeää on progressiivinen kuormitus, käytetään harjoittelussa sitten eksentrisiä tai HSR- harjoituksia. Malliaras ym. (2015, 890) toteavat, että harjoittelun fokus on jänteen, sen ympäröivien rakenteiden ja koko kineettisen ketjun kuormituksen sietokyvyn kehittämisessä. Mielestäni molempien harjoitusprotokollien yhtenä kipua lievittävänä tekijänä toimii porttikontrolliteoriaan perustuva ilmiö, jossa hyödynnetään keskushermostoon kohdistettavia kilpailevia ärsykeitä eli muita sensorisia stimuluksia. Kaurasen (2021, 707) mukaan siis kivun modulaatio keskushermoston tasolla perustuu ilmiöön, jossa samanaikaisesti selkäyttimeen kohdistettava toinen sensorinen ärsyke inhiboi kipusignaalien kulkua. Porttikontrolliteoria ehdottaakin, että paksujen myeliinitupellisten tuntohermojen aktivointi inhiboi kollateraaliaksonien välityksellä kipusignaalien etenemistä selkäytimen takasarvessa (Kauranen 2021, 707).

Mielestäni hyvänä esimerkkinä tällaisesta porttikontrolliteoriaa hyödyntävästä kilpailevien sensoristen stimulusten hyödyntämisestä terapeuttisessa harjoittelussa toimivat Kongsgaardin ym. 2009 ja Bredan ym. 2020 protokollat. Näissä interventioissa harjoittelu etenee 15 RM kohti 6RM, jolloin kuormituksen sietokyvyn kasvattamisen edellytykset ovat mahdollisia, kun jänteeseen tai tarkemmin sanottuna jänteen alueen mekaanista kuormitusta aistiviin afferentteihin (mekanoreseptorit/nosiseptorit) hermosyihin kohdistetaan jatkuvasti kuormituksen sietokyvyn kasvaessa voimakkaampaa mekaanista stimulusta, jonka yhteydessä myös biokemialliset vasteet ovat suurempia kasvattaen edelleen yksilön kuormituksen sietokykyä. Mascarón ym. (2018, 22) mukaan mekaaninen kuormitus näyttää aiheuttavan muutoksia jänteen kudoksen morfologiassa, mekaanisissa ominaisuuksissa sekä biokemiallisissa toiminnoissa.

Mielestäni konsentrisen ja eksentrisen työvaiheiden yhdistelmä saattaa tuoda vaihtelevampia mekaanisia ärsykeitä aktiini- ja myosiini filamenttien välille tarjoten mekanoreseptorien kautta enemmän vaihtelevia stimuluksia keskushermostolle. Urheilijan lihasjänne yksikkö on kuitenkin saatava mahdollisimman nopeasti adaptoitumaan lajinomaiseen eksentrisen ja konsentrisen yhdistelmä kuormitukseen, jossa aktiini ja myosiinifilamenttien liike mielestäni

saattaa aiheuttaa enemmän sensorisia stimuluksia, sillä osa mekanoreseptoreista on erikoistuneita aistimaan juuri paineen ja jännityksen muutosta. Näin toteaa myös Sharma & Maffulli (2006, 183), että myelinoitujen hermosolujen hermopäätteet toimivat erikoistuneina mekanoreseptoreina havaitsemaan paineen tai jännityksen muutoksia. Toisaalta eksentrisen harjoittelu kuormittaa ja rikkoo proteiinimolekyyliä aiheuttaen mikrotraumoja tutkitusti enemmän kuin konsentrisen, joka sinällään on myös looginen kuormituksen sietokyvyn kasvattamiseen. Kauranen myös toteaa (2014, 443), että konsentrisen lihasvoimaharjoittelun merkityksellisenä etuna on sen harjoitus vaikutukset, jotka eivät vaikuta aiheuttavan suuria soluvaurioita lihaskudokseen. Eksentrisesti lihas kykenee kuitenkin tuottamaan suuremman voimantuoton kuin mitä lihas kykenee tuottamaan isometrisen tai konsentrisen lihassupistuksen aikana (Kauranen 2014, 443). Toisaalta onhan eksentrisen vaihe myös HSR-harjoittelussa. Koska konsentrisen lihastyötapana on kuitenkin myös erilainen mekaaninen ärsyke proteiinifilamenttien liukuessa toisiinsa nähden, on tämä mielestäni tärkeä ottaa harjoitteluun mukaan, sillä kuormituksen sietokyvyn kasvattamisen kannalta jännekudoksen mahdollisimman monipuolinen vaihtelevien mekaanisten stimulusten tarjoaminen voisi mielestäni johtaa tehokkaammin jänteen kuormitusadaptaatioon. Breda ym. (2020, 2-3) mukaan eksentrisen/konsentrisen harjoitusryhmään osallistuvat palasivat lajiharjoitteluun nopeammin ja kivun lievittyminen oli ylivertaista verrattuna eksentriseen ryhmään.

HSR- harjoittelussa lihasjännekudos laitetaan kuitenkin yhtäjaksoisesti työskentelemään, mikä omalta osaltaan saattaa jättää mekaanisen kuorman kevyemmäksi verrattuna eksentriseen harjoitteluun, jossa päätoimisesti potilaita ohjeistetaan tekemään konsentrisen vaihe kontralateraalilla ”terveellä” alaraajalla. Mielestäni pieni viive eksentrisesti suoritettavien toistojen välillä saattaa mahdollistaa hetkellisen palautumisen kautta suuremman mekaanisen kuorman käyttämisen harjoittelussa. Eksentrisesti lihas kykenee siis tuottamaan suuremman supistusvoiman kuin isometrisen tai konsentrisen lihassupistuksen aikana, ja joissakin tutkimuksissa eksentrisen harjoittelun on todettu tuottavan tehokkaampia tuloksia lihasvoiman kehittämisessä kuin konsentrisen ja isometrisen harjoittelun (Kauranen 2014, 444). Mielestäni eksentrisen suurempi voimantuotto mahdollistaa siis teoreettisesti suuremman mekaanisen kuormituksen käyttämisen, mikä saattaa omalta osaltaan auttaa kasvattamaan kuormituksen sietokykyä HSR- harjoittelua tehokkaammin.

Toisaalta käytännössä harjoitusliikkeenä laskusuuntainen kyykky ei välttämättä mahdollista tai ainakaan tarjoa helppoa tapaa lisätä kuormitusta, toisin kuin HSR- harjoittelussa käytetyt kuntosaliliikkeet. Eksentristä harjoittelua suoritetaan kuitenkin pääosin yhdellä alaraajalla 15RM alueella, jonka vuoksi mielestäni ulkoista kuormaa tarvitaan vähemmän. Toisaalta, mikä estää eksentristen harjoitusten siirtämisen myös kuntosaliympäristöön, jossa kuormituksen kasvattaminen lienee helpompaa. Esimerkiksi HSR- harjoittelun jalkaprässi liikkeen voisi myös eristää eksentrisesti oireilevalle puolelle, jolloin konsentrisen vaihe olisi mahdollista suorittaa kontralateraalilla alaraajalla. Mielestäni HSR- harjoittelun harjoitusliikkeitä (hack- kyykky,

jalkaprässi ja polven ojennuslaite) voitaisiin hyödyntää myös eksentristen harjoitusten parissa. Tulevaisuudessa myös harjoitusmenetelmien yhdistäminen eri harjoituspäivinä tai viikkoina vuorotellen eksentristen ja HSR- harjoitteiden kesken voisi mielestäni tarjota eri lihastyömuotojen mekaanisen vaihtelevuuden puitteissa omat hyötynsä kuormituksen sietokyvyn kasvattamiseen.

Mielestäni HSR- ohjelman etuna kuntosalilla toteutettuna saattaa olla sen progressiivisen kuormituksen pidemmälle ulottuvat mahdollisuudet verrattuna eksentriseen harjoitteluun. Lisäksi eksentrisen ja konsentrisen lihastyömuodon yhdistäminen vaikuttaa tuovan parhaan tuloksen lihasvoiman kasvattamiseen. Kaurasen (2014, 444) mukaan konsentrisen ja eksentrisen kuormitusyhdistelmän on kuitenkin pääosin todettu tehokkaimmaksi harjoitteluksi, jos tavoitteena on kasvattaa lihasvoimaa. Mielestäni HSR- ohjelman jalkaprässi, hack- kyykky ja polven ojennuslaite mahdollistavat vaivattoman kuorman lisäyksen verrattuna eksentrisessä harjoittelussa yleisimmiten käytettyyn laskusuuntaiseen kyykkyyhyn.

Eksentrisen laskusuuntaisen kyykyn (decline squad) suoritustapa on vakioitu laskulaudan avulla, jolloin vääntömomentti pysyy myös kohtalaisen vakiona harjoittelun aikana, kun harjoittelu on ohjeistettu suorittamaan pystysuoralla vartalolla. Sen sijaan mielestäni HSR- harjoittelun harjoitukset mahdollistavat helpon vääntömomentin muuttamisen jalkaterien sijainnin muutoksilla taustalevyyn nähden (jalkaprässi ja hack- kyykky). Oman kokemukseni mukaan esimerkiksi hyvinkin ärtyneessä tilassa ollut patellajänteeni mahdollisti kuitenkin jalkaprässi harjoituksen, kun jalkaterät oli sijoitettu taustalevyn yläosaan lyhentäen tibiofemoraalinivelen vääntömomenttia. HSR- harjoittelu saattaa siis tarjota ikkunan voimakkaampaan painoharjoitteluun ärtyneessä jänteessä helpommalla vääntömomentin muuntamisella. Huomioitavaa on kuitenkin, että vääntömomentin suuruutta vähentäessä mekaaninen kuormitus myös vähenee, eikä se siis tarjoa mekaaniseen kuormitukseen merkittävää eroa. Toisaalta myös eksentrisen kyykyn suorittaminen onnistuu siedettävällä kivulla ärtyneelläkin jänteellä esimerkiksi osittain siirtämällä kuormaa ”terveen” raajan puolelle. On harjoitusmenetelmä kumpi tahansa, mielestäni juuri kuormituksen sietokyvyn ylärajalla harjoittelu mahdollistaa parhaan vaikutuksen jänteen adaptaatioon. Docking & Cook (2019, 306) mukaan jänteen adaptaation ymmärtäminen on kriittisen tärkeää, jotta voimme kehittää harjoitusohjelmia, jotka tähtäävät mekanotransduktion kautta kehittämään jänteiden kuormituksen sietokykyä ja parantamaan urheilijoiden fyysistä suorituskykyä. Mielestäni kivun lievityksen kannalta lihastyömuodolla ei välttämättä ole merkitystä, kunhan harjoittelu etenee progressiivisesti ja kuormitus on riittävän suurta aiheuttaen kuormituksen sietokyvyn ylärajalle sijoittuvan mekaanisen stimuluksen.

Heavy slow resistance- harjoittelun harjoitusliikkeisiin kuuluvat jalkaprässi, hack kyykyt, polven ojennuslaite (Malliaras ym. 2015, 890). HSR- harjoittelu vaatii käytännössä aina pääsyn

kuntosalille, mikä asettaa omanlaiset haasteensa harjoittelun toteutuvuuden ja taloudellisten seikkojen osalta. Toisaalta patella tendinopatiaa sairastavat ovat usein huippu-urheilijoita, jonka vuoksi kuntosalille pääsy ei useimmiten ole heille harjoittelun este, vaan voi joissain tapauksissa jopa motivoida harjoitteluun, jos kuntosali on urheilijalle mielekäs harjoitteluympäristö. Tämä ilmenikin Kongsgaardin ym. (2009, 795) tekemässä RCT tutkimuksessa, jossa ilmeni, että HSR- ohjelmaan osallistuvat olivat merkittävästi tyytyväisempiä harjoitusohjelmaan eksentriseen kyykkyohjelmaan verrattuna. Huomioitavaa on, että tyytyväisyys lienee tärkeä seikka harjoittelun yhteydessä, joka voi mielestäni jo omalta osaltaan jopa edistää kuntoutusprosessin edistymistä monella tasolla, kuten myös ns. hyvänolon (esim. endorfiini, serotoniini, dopamiini) hormonien tasolla. Aivorunkotasolla kivun modulointi perustuu endorfiiniteoriaan, jolloin aivorungosta laskeutuu selkäyttimeen laskevia hermoratoja, jotka inhihoivat kivun etenemistä pre- ja postsynaptisesti vaikuttaen kipua eksitoivien välittäjäaineiden toimintaan, kipua lievittäväällä vaikutuksella (Kauranen 2021, 707-708). Mielestäni suurempi harjoittelun tyytyväisyys johtaa todennäköisesti myös harjoitteiden suurempi asteiseen toteutukseen, mikä on olennaisen tärkeää terapeuttisen harjoittelun tavoitteen toteutumisen kannalta.

Mielestäni urheilulajin biomekaniikka on myös huomioitava harjoitusintervention valinnassa. Jalkapalloilijoiden ja koripalloilijoiden lajiin sisältyy paljon voimakkaita yhdellä jalalla tehtäviä suunnanmuutoksia ja koripallossa hyppääminen tapahtuu lentopalloa useammin yhdellä jalalla, jolloin yhdellä jalalla tehtävien eksentristen harjoitusten suorittaminen voi simuloida urheilulajin aiheuttamia vaatimuksia paremmin. Jalkapallossa ja koripallossa pelikentän mittasuhteet saattavat myös aiheuttaa juoksunopeuden kasvaessa voimakkaampia eksentristä lihastyötä vaativia jarrutuksia ja äkillisiä pysähdyksiä. Sen sijaan lentopallossa hyppääminen suoritetaan kahdella jalalla, jolloin kahdella jalalla suoritettavat HSR-harjoittelun hack kyykyt ja jalkaprässi saattavat simuloida paremmin lentopalloilijan lajisuorituksia, jossa hyppääminen ja hypystä laskeutuminen tapahtuvat pääosin kahdella jalalla. Huomionarvoista on myös todeta, että huippulentopallossa käytännössä jokainen hyppy suoritetaan täydellä teholla, jolloin HSR- harjoittelun kuntosalinympäristön mahdollistamat suuremmat mekaaniset kuormat saattavat adaptoida jännettä tehokkaammin voimakkaisiin lajinomaisiin hyppyihin ja hypyistä laskeutumisiin.

Kongsgaardin ym. (2009, 794) mukaan HSR- harjoittelu on yhtä tehokas lievittämään kipua kuin eksentrisen harjoittelu sekä lyhyellä 12 viikon että pitkällä 6 kuukauden ajanjaksolla, mutta HSR- harjoittelun etuna on patologian parantuminen ja muutokset solun ulkoisessa matriisissa viitaten lisääntyneeseen kollageenin uudistumiseen. Tarnanen (2020, 250) toteaaakin, että kudosten adaptaatio kuormitukseen voi ilmetä kudosten hypertrofiana, mekaanisten ominaisuuksien paranemisena ja parhaillaan myös degeneroituneen kudoksen määrän vähenemisellä, mutta positiivisen harjoitusvasteen kannalta rakenteiden hypertrofian ja kudosten ominaisuuksien kehittyessä samalla niiden kuormituksen sietokyky kasvaa ja

yksilön toimintakyky paranee (Tarnanen 2020, 250). Malliaras ym. (2015, 890) suosittelevatkin patella tendinopatian kuntoutukseen HSR- harjoittelua eksentrisen harjoittelun sijaan, perustuen tämän päivän tutkimusnäyttöön.

Malliaras ym. (2013) toteavat, että HSR- harjoittelu vaikuttaa johtavan todennäköisemmin jänteen adaptaatioon, mutta painottavat lisätutkimusten tarvetta. Kipu ja toiminnallisten (VISA-P) tulosten ollessa samanlaisia voi mielestäni HSR- harjoittelu kääntyä teoreettisesti tehokkaammaksi patella tendinopatian harjoitusmenetelmäksi sen aikaansaamien edistyneiden rakenteellisten muutosten vuoksi, sillä lisääntynyt kollageenimäärä saattaa kasvattaa kuormituksen sietokykyä kuormituksen jakaantuessa suuremmalle alueelle. Mielestäni rakenteellisten ominaisuuksien kehittyminen ja kollageenifibrillien määrän kasvaminen voivat kasvattaa kuormituksen sietokykyä, koska supistuvien proteiinifilamenttien määrän kasvaminen saattaa vähentää yksittäisiin kollageenifibrilleihin kohdistuvaa kuormituksen suuruutta. Svensson ym. (2016, 1357) toteaa, että voimaharjoittelu näyttää johtavan jänteen poikkipinta-alan kasvuun ja tutkimukset tukevat käsitystä siitä, että jänteen hypertrofia tapahtuu vasteena lisääntyneeseen kuormitukseen. Svensson ym. (2016, 1357) kertoo, että jos hypertrofia kohdistuu supistumiskykyisiin komponentteihin, pääasiassa kollageenifibrilleihin, niin jänteen suurempi poikkipinta-ala tarkoittaa sitä, että jänteeseen kohdistuva kokonaiskuorma vähenee, mikä voi olla tärkeä osa vammojen ehkäisyssä. Myös Tarnanen (2020, 255) toteaa, että jänteen jäykkyyttä aikaansaavan harjoittelun tulisivatkin olla riittävän intensiivistä (yli 70 % 1RM). HSR- harjoittelussa käytettävä 15RM kohti 6RM etenevä harjoittelu saattaa siis intensiivisemmän mekaanisen kuormituksen, mutta myös lisääntyneen kollageenipitoisuuden vuoksi kasvattaa tehokkaammin kuormituksen sietokykyä ja lievittää tehokkaammin kipua, mutta lisää tutkimuksia tarvitaan.

Mielestäni HSR- harjoittelun aikaansaaman rakenteen paranemisen ja samanveroisen kivun lievityksen vuoksi HSR- harjoittelua voidaankin suositella patella tendinopatian terapeuttiseen harjoitteluun, mutta lisää tutkimuksia tarvitaan ja katsauksen tulokseen on suhtauduttava kriittisesti, koska näyttö on yhä vähäistä. Yhteenvetona mielestäni molemmat harjoitusmenetelmät ovat yhtä tehokkaita lievittämään kipua ja parantamaan polven toimintakykyä (VISA-P), koska kivun lievityksen tehokkuudessa harjoitusmuotojen välillä ei ilmennyt merkittävää eroa, jonka vuoksi HSR- harjoittelu tuo vuosikymmenien ajan käytettyjen eksentristen harjoitusten ohella hyvän vaihtoehdon patella tendinopatian kuntoutukseen. Tämän katsauksen merkittävimpänä antina saattaakin olla lihastyömuodon merkityksen kyseenalaistaminen, jonka vuoksi mielestäni patella tendinopatian terapeuttisen harjoittelun merkittävimpänä kivun lievitykseen vaikuttavana tekijänä saattaa olla progressiivinen kuormittaminen, kasvattaen kuormituksen sietokykyä, riippumatta käytettävästä isotonisesta lihastyömuodosta.

14.2 Eettisyys ja luotettavuus

Tässä kappaleessa pohdin ensin kirjallisuuskatsaukseni luotettavuutta, ja siihen mahdollisesti vaikuttaneita tekijöitä. Hyödynnän luotettavuuden arvioinnissa Tuomen ja Sarajärven (2018, 163-164) tekemää listausta luotettavuuden arviointiin, mutta pyrin pohtimaan luotettavuutta mahdollisimman laajasti ja huomioimaan erilaisia luotettavuuden vaikuttavia tekijöitä mahdollisimman monipuolisesti. Tutkimuksen luotettavuutta pohtiessa tulisi pohtia muun muassa seuraavia asioita, kuten tutkimuksen tarkoitusta, omaa sitoutumista tutkijana, aineiston keruuta, tutkimuksen kestoa, aineiston analyysiä ja tutkimuksen raportointia (Tuomi & Sarajärvi 2018, 163-164).

Tutkimuksen tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymys oli tarkkaan mietittyjä ja rajattuja, ja mielestäni tutkimustulokseni vastasivat tutkimuskysymyksiini hyvin. Aineiston keruuseen panostin todella paljon, ja käytin siihen merkittävästi aikaa, jotta löysin kaikki relevantit tutkimukset tutkimuskysymyksiini nähden. Muodostin ensin sisäänotto- ja poissulkukriteerit, joiden avulla pyrin löytämään relevantit julkaisut ja vähentämään virheellisen tai puutteellisen katsauksen mahdollisuutta. Tarkoitus oli myös varmistaa näiden kriteerien avulla, että kirjallisuuskatsauksen tarkoitus ja tavoitteet täyttyvät. (Stolt ym. 2016, 26.) Sisäänotto- ja poissulkukriteerien muodostaminen ja noudattaminen nosti mielestäni tutkimukseni luotettavuutta paljon. Tietokantojen relevanttien hakutulosten perehtymiseen käytin paljon aikaa, ja jokaisen sopivalta vaikuttavan tutkimuksen tiivistelmä kappaleet luettiin aluksi useaan otteeseen, jotta mitään oleellisia tutkimuksia ei jäisi katsauksen ulkopuolelle. Tutkimukset, jotka valittiin tarkempaan tarkasteluun tiivistelmän perusteella luettiin useaan kertaan läpi, jotta tutkimusten sisällön avaamisen laatu säilyisi korkeana ja jotta väärinymmärryksiltä vältyttiin.

Pyrin varmistamaan katsaukseni luotettavuutta tutustumalla hyvin tarkasti löytämiini tutkimuksiin, sen kirjoittajiin, julkaisijaan, ja julkaisuvuoteen. Tutkimukseen oli rajattu mukaan 2009-2021 tehdyt tutkimukset ja koinkin, että aineiston tuoreus lisäsi tutkimukseni luotettavuutta. Koin aineiston tuoreuden tärkeäksi, koska tieto harjoittelusta on laajentunut huomattavasti ja vanhoissa tutkimuksissa esitetty tieto ei ehkä olisi ollut ajan tasalla. Lisäksi kaikki tutkimukset olivat julkaistu tieteellisissä lehdissä, ja ne olivat vertaisarvioituja, mikä nostaa tutkimukseni luotettavuutta. Myös teoriaosuudessa, sekä pohdinnassa käytetyt lähteet olivat huolellisesti valittuja ja luotettavia lähteitä. Tietokannoiksi valikoituivat Cochrane, ScienceDirect, SportDiscus ja PubMed, jotka ovat laadukkaita tieteellisiä artikkeleita sisältäviä tietokantoja. Kaikki kirjallisuuskatsaukseni sopivat tutkimukset olivat englanninkielisiä, sillä suomenkielisiä ei valitettavasti löytynyt ollenkaan. Koin kuitenkin, että nämä englannin kielellä tehdyt tutkimukset olivat täysin relevantteja Suomessakin toteutetun harjoittelun kanssa, enkä nähnyt tämän heikentävän tutkimukseni luotettavuutta. Käytin paljon aikaa tutkimusten kääntämiseksi suomen kielelle, jotta kielenkäännöksen virheiltä vältyttiin.

Mielestäni on syytä pohtia, että tuliko tutkimuskysymykseeni sopivia hakutuloksia liian vähän, mutta toisaalta on hyvä huomioida, että hakutulosten sopiva määrä ei ole mitenkään yksiselitteinen (Lehtiö & Johansson 2016, 52). Tärkeintä on kuitenkin löytää mahdollisimman hyvin juuri kyseen omaista aihetta koskevat julkaisut (Lehtiö & Johansson 2016, 52.), jotka mielestäni löysinkin. Toisaalta kirjallisuuskatsaukseni luotettavuus olisi voinut parantua entisestään, jos tutkimuksia olisi löytynyt hieman enemmän. Katsaukseni löytyneet kuusi tutkimusta tarjoavat kuitenkin vain rajallista näyttöä asiasta, ja katsauksen tulokseen tulisi mielestäni suhtautua kriittisesti vähäisen tutkimusmäärän vuoksi. Mielestäni aiheesta tarvitaankin tulevaisuudessa paljon lisää tutkimusta. Samaa painotettiin myös tutkimukseeni valituissa katsauksissa, että aiheeseen liittyvää uutta tutkimusta tarvitaan lisää (Larsson ym. 2011). Katsaukset painottavat etenkin satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten tarpeellisuutta tulevaisuudessa (Gaida & Cook 2011, 269).

Oma sitoutuminen tämän kirjallisuuskatsauksen tekemiseen oli erittäin hyvää. Aloitin katsaukseni suunnittelun vuoden 2020 marraskuussa, ja olen työstänyt tutkimustani yli kuusi kuukautta aktiivisesti. Pyrin tekemään tutkimustani mahdollisimman objektiivisesta roolista käsin, mutta toisaalta tutkija toteuttaa tutkimustaan aina oman kehityksensä läpi, ja se vaikuttaa väistämättäkin jollain tavalla tutkimukseen (Tuomi & Sarajärvi 2018, 160). Kuitenkin pyrin avoimin mielin ja ilman ennako-oletuksia toteuttamaan tätä kirjallisuuskatsausta. Onnistuin mielestäni hyvin myös tutkimukseni raportoinnissa, ja olenkin kirjoittanut tarkasti tutkimukseni eri vaiheet auki. Tämä myös parantaa tutkimukseni luotettavuutta merkittävästi. Mielestäni tutkimukseni luotettavuus oli korkeatasoista ja oli sen osalta kokonaisuudessaan onnistunut.

Eettisyyden pohdinnassa hyödynnän tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeistusta hyvästä tieteellisestä käytännöstä, jonka avulla pyritään varmistamaan hyvä tutkimuseetiikka (Tuomi & Sarajärvi 2018, 150). Tuon nyt esille tämän kirjallisuuskatsauksen eettisyyteen vaikuttaneita tekijöitä, ja hyödynnän tässä hyvää tieteellistä käytäntöä, johon kuuluu muun muassa tiedeyhteisön tunnustamien tapojen noudattaminen, avoimuus, muiden tutkijoiden työn kunnioittaminen, tutkimuksen huolellinen toteuttaminen, sekä yksityiskohtainen raportointi. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 150-151.) Olen pyrkinyt pohtimaan tutkimukseni eettisyyttä koko tutkimustyöni ajan, ja toteuttamaan hyvää tieteellistä käytäntöä tarkasti. Olen pyrkinyt noudattamaan eettisyyteen oleellisia liittyviä toimintatapoja, kuten rehellisyyttä, huolellisuutta, tarkkuutta ja avoimuutta (Tuomi & Sarajärvi 2018, 150). En siis ole itse tutkijana pyrkinyt vaikuttamaan tuloksiin millään tavalla, tai esimerkiksi jättänyt oleellista tietoa raportoimatta. Olen raportoinut kaiken huolellisesti ja tarkasti.

Kirjallisuuskatsauksessani on aina viitattu kulloinkin kyseessä olevaan lähteeseen tarkasti, jonka avulla muille tutkijoille on annettu heille kuuluva kunnioitus ja arvostus. Viittaukset ovat aina kirjoitettu juuri sillä tavalla, kun kyseinen tutkija on asian tarkoittanut, eikä asioita

ole vääristelty millään tavalla. Kuten aikaisemmin mainitsin, niin pyrin olemaan hyvin tarkka tämän asian suhteen myös kääntäessäni tutkimusta englannista suomen kielelle. Tutkimus on kokonaisuudessaan toteutettu tutkimusten vaatimusten edellyttämällä tavalla, ja olen suunnitellut, toteuttanut ja raportoinut tutkimukseni yksityiskohtaisesti, eikä mitään oleellisia asioita ole jätetty tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Mielestäni tutkimukseni ei ansaitse mitään kritiikkiä eettisyyden osalta. Koenkin siis, että tutkimukseni on eettisesti hyvin korkeatasoinen.

14.3 Jatkotutkimusehdotukset

Katsaukseni mukaan eksentrisen ja HSR- harjoittelun välillä ei ilmennyt tilastollisesti (VISA-P) merkittävää eroa kivun lievityksen tehokkuudessa. Ainoastaan Bredan ym. (2020) RCT- tutkimus osoitti eksentrisen/konsentrisen yhdistelmän olevan tehokkaampi lievittämään patella tendinopatian kipua ja parantamaan toimintakykyä (VISA-P). Mielestäni tulevaisuudessa tarvitaan lisää tutkimuksia, etenkin RCT- tutkimuksia vaihtelevilla kuormituksen annosteluilla selvittämään harjoitusmuotojen välisiä eroja kivun lievityksen tehokkuudessa.

Tutkimustulokseni perusteella on todennäköistä, että harjoitusmuotojen väliset erot patella tendinopatian kivun lievityksessä selittyvät todennäköisemmin muilla mekanismeilla, kuin vain lihastyömuotojen aiheuttamien vaikutusten eroilla. Mielestäni tulevaisuudessa tutkimusten katseita tulisikin siirtää lihastyömuotojen ohella myös kuormituksen suuruuden ja keston aiheuttamaan vaikutukseen. Eri lihastyötapoja olisikin näkemykseni mukaan tärkeää vertailla useilla eri toisto- ja sarja määrillä, vaihtelevin palautusajoin (harjoittelun frekvenssi) ja yhdistämällä eri lihastyötapoja, kuten isometrisiä yhdessä eksentristen ja konsentristen harjoitusten kanssa tarjoten jänteelle vaihtelevampia mekaanisia ärsykeitä, jotka voisivat mahdollistaa tehokkaamman kuormituksen sietokyvyn kasvattamisen patella tendinopatian terapeuttisessa harjoittelussa.

Eksentrisen lihastyötavan vertaaminen HSR- harjoitteluun samalla kuormituksen suuruudella voisi antaa aiempaa tarkempaa ymmärrystä lihastyötavan merkityksestä kivun lievitykseen. Yhdessäkään katsaukseen valituista tutkimuksista ei vertailtu harjoitusmuotoja samalla kuormituksen suuruudella ja kestolla. Jatkotutkimuksina voitaisiin verrata eksentristen ja HSR- harjoitusten suorittamista identtisen kuorman kanssa vaihtelevilla kuormituksen annosteluilla, kuten harjoitusten sarjamäärillä, toistomäärillä/ajallisella kestolla ja kuormitusnopeudella. Tämä voisi auttaa erottelmaan eri lihastyötapojen merkityksen terapeuttisessa harjoittelussa.

Tulevaisuudessa eksentristä harjoittelua voitaisiin verrata HSR- harjoitteluun erilaisilla kuormituksen suuruuksilla ja toistomäärillä suhteessa maksimaaliseen voimantuottokykyyn.

Malliarasin ym. (2013) mukaan kuormituksen suuruus, joka voidaan maksimoida eksentrisessä kuormituksessa, voi olla stimulus lihaksen ja jänteen adaptaatioon, mutta tätä ei usein hyödynnetä kliinisissä tutkimuksissa. Katsauksessa mukana olleissa kahdessa RCT-tutkimuksessa käytettiin eksentrisissä harjoituksissa 15RM ja HSR- protokollissa 15RM eteni progressiivisesti kohti 6RM. Tulevaisuuden tutkimuksena olisi mielenkiintoista verrata harjoitusmenetelmiä keskenään tavalla, jossa molemmissa käytettäisiin 15RM kohti 6RM progressiivista etenemistä, jotta kuormituksen ulkoinen suuruus olisi molemmissa samanlainen, mikä mahdollistaisi lihastyömuotojen aiheuttamien kivun lievitysten vaikutuksen vertailun, riippumatta ulkoisen mekaanisen kuormituksen suuruuden aiheuttamasta vasteesta. Mainittakoon kuitenkin, että kuten Kauranenkin (2014, 444) toteaa, eksentrisesti lihas kykenee tuottamaan suuremman voiman, jonka vuoksi täysin identtisen kuorman käyttäminen samalla toistomaksimi alueella on todennäköisesti haastavaa tai mahdotonta. Mielenkiintoista olisi tulevaisuudessa kuitenkin verrata progressiivisesti esimerkiksi 15RM kohti 6RM etenevää eksentristä harjoittelua yleisesti käytettyyn eksentriseen 15RM harjoitteluun voimakkaamman mekaanisen stimuluksen aikaansaamiseksi.

Mielestäni HSR- harjoittelua voitaisiin käyttää myös laskusuuntaiseen kyykkyyhdistäen, jolloin harjoittelun siirtäminen kotiympäristöön olisi mahdollista, etenkin unilateraalisessa patella tendinopatiassa, mutta sen lisäksi samaa voitaisiin hyödyntää myös bilateraalisen patella tendinopatian harjoittelussa. Tulevaisuudessa eksentristä ja HSR- harjoittelua olisi mielestäni mielenkiintoista verrata myös samalla harjoittelun annostelulla unilateraalisesti laskulaudalla suoritettuna, mikä mahdollistaisi harjoitusmuotojen vertaamisen kotiympäristössä.

Kipu- ja toiminnallisten (VISA-P) tulosten ollessa samanveroisia lienee tärkeitä kiinnittää huomiota myös potilaiden tyytyväisyyteen ja harjoittelun toteutukseen, joita voisiin tulevaisuudessa tutkia vielä aiempaa enemmän eri harjoitusmuotojen välillä. Kongsgaardin ym. (2009) tutkimuksessa osoittautui huomattava ero tyytyväisyyden suhteen HSR- harjoittelun ollessa ylivertainen. Tulos saattaa selittyä harjoitusmäärillä, koska HSR- harjoituksia tehdään joka toinen päivä ja eksentrisiä kahdesti päivässä. Suurin osa patella tendinopatiaa sairastavista ovat huippu-urheilijoita, jolloin kuntosalilla voi harjoitteluympäristönä olla myös yksilötasolla motivoivampi suorittamaan useita kuukausia kestävästä kuntoutuksesta. Myös joukkuehengen sekä yhteisöön kuuluvuuden osalta yhdessä joukkueen kanssa kuntosalilla harjoittelu voi lisätä omalta osaltaan motivaatiota ja harjoitteluun sitoutumista.

Lähteet

Painetut

Billek-Sawhney, B. Brown, K. Davis, S. Durall, C. Foeller, C. Huber, F. Mancinelli, C. Perry, S. Sawhney, R. Wells, C. Wrisley, D. 2006. *Therapeutic Exercise, Treatment Planning for Progression*. St. Louis: Saunders Elsevier.

Gilroy, A. MacPherson, B. Ross, L. 2012. *Atlas of Anatomy*. Second edition. New York: Thieme Medical Publishers, Inc.

Haanpää, M. & Salminen, J. 2009. Teoksessa *Fysiatrია*. Arokoski, J. Alaranta, H. Pohjolainen, T. Salminen, J. Viikari-Juntura, E. (toim.) 4. uudistettu painos. Keuruu: Otavan kirjapaino, 54-73.

Holmström, P., Virtanen, S., Björn, M. & Rissanen, R. 2020. *Patofysiologia*. Helsinki: Sanoma Pro.

Holopainen, R. 2020. Biopsykososiaalinen lähestymistapa. Teoksessa *Ammattilaisen kipukirja*. Luomajoki, H. (toim.) Helsinki: VK-Kustannus, 63-71.

Kauranen, K. 2014. *Lihäs-, rakenne, toiminta ja voimaharjoittelu*. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura.

Kauranen, K. 2021. *Fysioterapeutin käsikirja*. 4. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro.

Luomajoki, H. 2018. *Liikkeen- ja liikekontrollin häiriöt*. Helsinki: VK-Kustannus Oy.

Luomajoki, H. Koho, P. Ojala, T. Röning, T. Takatalo, J. Tarnanen, S. Holopainen, R. Mikkonen, J. Ekström, K. Kouri, J. 2020. *Ammattilaisen kipukirja*. Helsinki: VK-Kustannus.

Orava, S. 2012. *Käytännön urheiluvammat*. Hämeenlinna: Kariston Kirjapainamo.

Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. 2016. Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Teoksessa *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. (toim.) 2. korjattu painos. Turku: Juvenes Print.

Tarnanen, S. 2020. *Kipu ja harjoittelu*. Teoksessa *Ammattilaisen kipukirja*. Luomajoki, H. (toim.) Helsinki: VK-Kustannus, 239-275.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.

Uchida, R., Nakamura, N. & Horibe, S. 2017. Pathogenesis and Treatment of Patellar Tendinopathy. Teoksessa Canata, G., d`Hooghe, P. & Hunt, K. (toim.) Muscle and Tendon injuries. Berlin: Springer Nature, 295-304.

Sähköiset

Aicale, R., Oliviero, A. & Maffulli, N. 2020. Management of Achilles and patellar tendinopathy: what we know, what we can do. Journal of foot and ankle research. Viitattu 11.4.2021 <https://jfootankleres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13047-020-00418-8>

Biernat, R., Trzaskoma, Z., Trzaskoma, L. & Czaprowski, D. 2013. Rehabilitation protocol for Patellar Tendinopathy Applied Among 16- to 19- Year Old Volleyball Players. The Journal of Strength and Conditioning Research. Viitattu 17.4.2021 <file:///C:/Users/35840/Downloads/JStrengthCondResTendinopathy.pdf>

Bordoni, B. & Varacallo, M. 2018. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Thigh Quadriceps Muscle. StatPearls. Viitattu 4.4.2021. <https://europepmc.org/article/nbk/nbk513334>

Breda, S., Oei, E., Zwerver, J., Visser, E., Waarsing, E., Krestin, G. & de Vos, R. 2020. Effectiveness of progressive tendon-loading exercise therapy in patients with patellar tendinopathy: a randomized clinical trial. British Journal of Sports Medicine. Viitattu 19.4.2021 <https://bjsm.bmj.com/content/early/2020/12/23/bjsports-2020-103403#T2>

Chang, S. & Buehler, M. 2014. Molecular biomechanics of collagen molecules. Materialstoday. Viitattu 13.4.2021 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369702114000261>

Cook, J. Purdam, C. 2009. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. British Journal of Sport Medicine. Viitattu 21.3.2021 [Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy | British Journal of Sports Medicine \(bmj.com\)](https://bjsm.bmj.com/content/43/3/370)

Cook, J., Rio, E., Purdam, C. & Docking, S. 2016. Revisiting the continuum model of tendon pathology: what is its merit in clinical practice and research? British Journal of Sport Medicine. Viitattu 27.2.2021 <https://bjsm.bmj.com/content/50/19/1187.full>

Coupe, C., Svensson, R., Silbernagel, K., Langberg, H. & Magnusson, P. 2015. Eccentric or Concentric Exercises for the treatment of Tendinopathies. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. Viitattu 14.4.2021 <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2015.5910>

Docking, S. & Cook, J. 2019. How do tendons adapt? Going beyond tissue responses to understand positive adaptation and pathology development: A narrative review. Journal of Musculoskeletal and Neuronal interactions. Viitattu 26.3.2021 [jmni_19_300.pdf \(ismni.org\)](https://ismni.org/jmni_19_300.pdf)

Doctorlib. 2021. Atlas of Anatomy, 25 Knee & Leg. Viitattu 3.4.2021

<https://doctorlib.info/medical/anatomy/27.html>

Encyclopaedia Britannica. 2021. Tendon anatomy. Viitattu 12.4.2021

<https://www.britannica.com/science/tendon>

Escrache-Escuder, A., Casana, J. & Cuesta-Vargas, A. 2020. Load progression criteria in exercise programmes in lower limb tendinopathy: a systematic review. British Journal of Sports Medicine. Viitattu 14.3.2021 <https://bmjopen.bmj.com/content/10/11/e041433.long>

Flandry, F. & Hommel, G. 2011. Normal Anatomy and Biomechanics of the Knee. Sports Medicine and Arthroscopy Review. Viitattu 31.3.2021. [LWWUS_JSA_200238_82..92 \(washington.edu\)](http://LWWUS_JSA_200238_82..92(washington.edu))

Gaida, J. & Cook, J. 2011. Treatment options for patellar tendinopathy, Current Sports Medicine Reports. American College of Sports Medicine. Viitattu 12.3.2021 [Treatment Options for Patellar Tendinopathy: Critical Review : Current Sports Medicine Reports \(lww.com\)](http://TreatmentOptionsforPatellarTendinopathy:CriticalReview:CurrentSportsMedicineReports(lww.com))

Gray, C. 2021. What your rehabilitation is missing. ClickPhysiotherapy. Viitattu 16.4.2021

<https://www.clickphysiotherapy.com.au/load/>

Gupton, M., Imonugo, O. & Terreberry, R. 2021. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee. StatPearls. Viitattu 3.4.2021 [Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee - StatPearls - NCBI Bookshelf \(nih.gov\)](http://Anatomy,BonyPelvisandLowerLimb,Knee-StatPearls-NCBIBookshelf(nih.gov))

Kongsgaard, M., Kovanen, V., Aagaard, P., Doessing, S., Hansen, P., Laursen, A., Kaldau, N., Kjaer, M. & Magnusson, S. 2009. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. Viitattu. 19.4.2021

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1600-0838.2009.00949.x>

Latash, M. & Zatsiorsky, V. 2016. Stiffness and Stiffness-like Measures. Biomechanics and Motor Control. Viitattu 2.4.2021 <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/tendon-stress/pdf>

Larsson, M., Käll, I. & Nilsson-Helander, K. 2011. Treatment of patellar tendinopathy-a systematic review of randomized controlled trials. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. Viitattu 19.4.2021

<file:///C:/Users/35840/Downloads/MariaLarssonKSSTA2011Patellarrev.pdf>

Linklater, J., Hamilton, B., Carmichael, J., Orchard, J. & Wood, D. 2010. Hamstring Injuries: Anatomy, Imaging, and Intervention. Thieme Medical Publishers. Viitattu 4.4.2021

https://www.researchgate.net/profile/James-Linklater/publication/44614712_Hamstring_Injuries_Anatomy_Imaging_and_Intervention/links/54d14b2f0cf25ba0f04110cf/Hamstring-Injuries-Anatomy-Imaging-and-Intervention.pdf

Malliaras, P., Barton, C., Reeves, N. & Langberg, H. 2013. Achilles and Patellar Tendinopathy Loading Programmes. Sports Medicine. Viitattu 19.4.2021
[file:///C:/Users/35840/Downloads/Malliaras.P.2013%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/35840/Downloads/Malliaras.P.2013%20(1).pdf)

Malliaras P., Cook, J., Purdam, C. & Rio, E. 2015. Patellar Tendinopathy: Clinical Diagnosis, Load Management, and Advice for Challenging Case Presentations. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. Viitattu 2.3.2021
<https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2015.5987>

Mascaro, A., Angel Cos, M., Morral, A., Roig, A., Purdam, C. & Cook, J. 2018. Load management in tendinopathy: Clinical progression for Achilles and patellar tendinopathy. Apunts Sports Medicine. Viitattu 20.3.2021 [Load management in tendinopathy: Clinical progression for Achilles and patellar tendinopathy - ScienceDirect \(laurea.fi\)](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1886658117300580?via%3Dihub)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1886658117300580?via%3Dihub>

Muaidi, Q. 2020. Rehabilitation of patellar tendinopathy. Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions. Viitattu 26.3.2021 http://www.ismni.org/jmni/pdf/82/jmni_20_535.pdf

Myers, T. 2016. A research review of Jan Wilke`s What is Evidence- Based About Myofascial Chains? By Holly Clemens. Anatomy Trains. Viitattu 4.5.2021
<https://www.anatomytrains.com/blog/2016/05/31/review-jan-wilkes-evidence-based-myofascial-chains-holly-clemens/>

Nichols, A., Best, K. & Loisel, A. 2019. The cellular basis of fibrotic tendon healing: challenges and opportunities. The Journal of Laboratory and Clinical Medicine. Viitattu 13.4.2021
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6545261/>

Rio, E., Kidgell, D., Purdam, C., Gaida, J., Moseley, L., Pearce, A. & Cook, J. 2015. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. British Journal of Sport Medicine. Viitattu 12.3.2021 <https://bjsm.bmj.com/content/49/19/1277>

Rio, E., van Ark, M., Docking, S., Moseley, G L., Kidgell, D., Gaida, J E., van den Akker-Scheek, I., Zwerver, J. & Cook, J. 2017. Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain: An In-Season Randomized Clinical Trial. Clinical Journal of Sport Medicine. Viitattu 21.3.2021 [Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Cont... : Clinical Journal of Sport Medicine \(lww.com\)](https://www.lww.com)

- Rudavsky, A. & Cook, J. 2014. Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper's knee). *Journal of Physiotherapy*. Viitattu 12.3.2021
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1836955314000915?via%3Dihub>
- Saithna, A., Gogna, R., Baraza, N., Modi, C. & Spencer, S. 2012. Eccentric Exercise Protocols for Patella Tendinopathy: Should we Really be Withdrawing Athletes from Sport? A Systematic Review. *The Open Orthopaedics Journal*. Viitattu 11.4.2021
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3522085/>
- Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Vaasan Yliopisto. Viitattu 15.4.2021
https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/7961/isbn_978-952-476-349-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Santana, J., Mabrouk, A. & Sherman, A. 2020. Jumpers Knee. *StatPearls*. Viitattu 23.3.2021
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532969/>
- Schwartz, A., Watson, J. & Hutchinson, M. 2015. Patellar Tendinopathy. *Sports Health*. Viitattu 25.3.2021 [Patellar Tendinopathy \(nih.gov\)](#)
- Shang, S. & Buehler, M. 2014. Molecular biomechanics of collagen molecules. *Materialstoday*. Viitattu 17.4.2021 <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/88203/chang-2014-molecularbiomechanics.pdf?sequence=1>
- Sharma, P. & Maffulli, N. 2006. Biology of tendon injury: healing, modeling and remodeling. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*. Viitattu 13.4.2021
<http://www.ismni.org/jmni/pdf/24/14MAFFULLI.pdf>
- Stasinopoulos, D. & Malliaras, P. 2016. It is time to abandon the myth that eccentric training is best practice. *Journal Biology of Exercise*. Viitattu 28.3.2021
<file:///C:/Users/35840/Downloads/STASINOPOULOSANDMALLIARAS.pdf>
- Stasinopoulos, D. 2016. The Effectiveness of Isometric Contractions Combined with Eccentric - Concentric Training and Simple LumboPelvic Control Exercises on Pain and Disability in Chronic Patellar Tendinopathy: A Case Report. *Physical Therapy in Sport*. Viitattu 31.3.2021
https://www.researchgate.net/publication/309398023_The_Effectiveness_of_Isometric_Contractions_Combined_with_Eccentric_-_Concentric_Training_and_Simple_LumboPelvic_Control_Exercises_on_Pain_and_Disability_in_Chronic_Patellar_Tendinopathy_A_Case_Report
- Svensson, R., Heinemeier, K., Couppe, C., Kjaer, M. & Magnusson, P. 2016. Effect of aging and exercise on the tendon. *Journal of Applied Physiology*. Viitattu 8.4.2021 [Effect of aging and exercise on the tendon | Journal of Applied Physiology](#)

Tschirpke, C. 2014. Avoid a Hamstring Leg-acy. BioSynchronistics. Viitattu 8.4.2021

<https://biosynchronistics.com/avoid-a-hamstring-leg-acy/>

Villarreal, E., Requena, B., Newton, R. 2010. Does plyometric training improve strength performance? Journal of Science and Medicine in Sport. Viitattu 8.4.2021

[doi:10.1016/j.jsams.2009.08.005 \(researchgate.net\)](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.08.005)

Wan der Worp, H., de Poel, H., Diercks, R., van den Akker-Sceek, I. & Zwerver, J. 2014.

Jumper's knee or lander's knee? A systematic review of the relation between jump biomechanics and patellar tendinopathy. International Journal of Sports Medicine. Viitattu 14.3.2021

[Jumper's knee or lander's knee? A systematic review of the relation between jump biomechanics and patellar tendinopathy - PubMed \(nih.gov\)](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25000000/)

Young, M., Cook, J., Purdam, C., Kiss, Z. & Alfredson, H. 2005. Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol with patellar tendinopathy in volleyball players. British Journal of Sports Medicine. Viitattu

15.4.2021 <https://bjsm.bmj.com/content/39/2/102.long>

Kuviot

Kuvio 1: Polven anatomia (Doctorlib 2020).	17
Kuvio 2: Hamstring- ryhmä ja nelipäinen reisilihas (Tschirpke 2014).	19
Kuvio 3: Jänteen anatomia (Encyclopaedia Britannica 2021).	22
Kuvio 4: Tendon stress curve (Latash & Zatsiorsky 2016).	24
Kuvio 5: Myofaskialinjoja, patellajänne osana superficial front linea. (Myers 2016.)	27
Kuvio 6: Kudoksen sietokyvyn mekaaninen/biokemiallinen lasku (Gray 2021).	32
Kuvio 7: Jännepatologian jatkumomalli (Cook 2009,410).	36
Kuvio 8: Vasemmalla laskusuuntainen kyykky (Young, Cook, Purdam, Kiss & Alfredson 2005).	44
Kuvio 9: Kollageenin synteesi ja hajoaminen (Shang & Buehler 2014, 71).	49

Taulukot

Taulukko 1. Polven koukistajat ja ojentajat (Bordoni & Varacallo 2018; Linklater, Hamilton, Carmichael, Orchard & Wood 2010).	18
Taulukko 2. Jänteen paranemisvaiheet (Nichols, Best & Loiselle 2019).	26
Taulukko 3. Harjoittelun vaiheet ja progressiivisuuden kriteerit (Malliaras ym. 2015, 891). ..	52
Taulukko 4. Plyometristen harjoitusten aloittamisen voima- ja kipukriteerit (Malliaras ym. 2015, 892).	56
Taulukko 5. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit.	60
Taulukko 6. Käytetyt tietokannat, hakusanat ja hakutulokset.	62
Taulukko 7. Tutkimusten tulokset.	66

Liitteet

Liite 1: Patella tendinopatian harjoittelun vaiheet ja progressiivisuuden kriteerit	92
Liite 2: Asiakkaan ohjeistus harjoituksiin.....	94

Liite 1: Patella tendinopatian harjoittelun vaiheet ja progressiivisuuden kriteerit

Harjoittelun vaihe	Indikaatio vaiheen aloitukselle	Harjoittelun annostelu
Vaihe 1 Isometrinen kuormitus	Enemmän kuin minimaalista kipua isotonisen harjoittelun aikana (VAS 4/10 tai enemmän)	5x 45 sekuntia, 2-3 krt päivässä. Progressio kohti 70 % max voimasta kivun (edellä mainitun) sallimissa rajoissa
Vaihe 2 Isotoninen vaihe HSR TAI vaihtoehtoisesti Eksenttrinen	Minimaalinen kipu isotonisten harjoitusten aikaan (3/10 VAS tai alle) Hyväksyttävän kivun rajalla harjoittelu (5/10 VAS tai alle)	3-4 sarjaa x 15RM, progressiivisesti edeten kohti 6RM. Joka toinen päivä. Väsyttävä kuorma. Kuntosalilla tai kotona kyykky, askelkyykky, jalkaprässi, hack- kyykky ja polven ojennuslaite. Aamuin ja illoin eli 2x päivässä. 15RM, 3 sarjaa. Laskusuuntainen kyykky eli koroke kantapään alla.
Vaihe 3 Plyometrinen, energian varastoinnista ja vapauttamista sisältävä kuormitus	A. Riittävä voima, joka vastaa terveen jalan voimaa (150 % kehon painosta 4x 8 toistoa hyppylajin urheilijoille) B. Kuormituksen sietokyky siedettävällä tasolla plyometrisen harjoittelun jälkeen (minimaalinen kipu harjoituksen aikana ja kipu	Progressiivisesti kehittää harjoittelun volyyymiä, sitten intensiteettiä vastaten urheilulajin vaatimia edellytyksiä. Hyppyjä, loikkia, spurtteja, jarrutuksia ja erilaisia askellusharjoituksia urheilulajin vaatimusten mukaisesti.

	kuormitustestissä palaa lähtötasolle 24h aikana).	
Vaihe 4 Paluu urheiluun	Kuormituksen sietokyky vastaa urheilulajissa vaadittavien plyometristen energian varastoitumis aktiviteettien tasoja.	Progressiivisesti lisää harjoituksia. Siirtyminen kilpailuihin, kun sietää täyttä harjoittelua. Suosituksena 3 harjoitus- tai kilpailutapahtumaa viikossa ensimmäisen vuoden ajan ylikuormituksen välttämiseksi.

Taulukko 3. Harjoittelun vaiheet ja progressiivisuuden kriteerit (Malliaras ym. 2015, 891).

Aluksi kuntoutuksessa tähdätään kivun vähentämiseen, jota seuraa progressiivinen harjoitusohjelma huomioiden mahdolliset lihasvoiman puutteet. Tämän jälkeen siirrytään nopeampiin harjoituksiin, jotka huomioivat jänteen kuormituksen sietokyvyn kehittämistä venytys- lyhenemis sykleissä ja lopuksi seuraa paluu urheiluun. Päivittäinen kivun seuranta käyttämällä yhden jalan laskusuuntaista kyykkyä antaa parasta tietoa jänteen vasteesta kuormitukseen. Parantunut kuormituksen sietokyky viittaa siihen, että jänne selviytyy siihen kohdistuvasta kuormituksesta. (Rudavsky ym. 2014, 126.) On tärkeää edetä raskaampaan kuormitukseen kuormituksen sietokyvyn mukaan, koska raskas kuormitus liittyy jänteen adaptaatioon. Vaiheen 2 harjoituksia tulisi jatkaa progressiivisesti koko kuntoutuksen ajan ja palatessa urheiluun. (Malliaras ym. 2015, 892.)

Liite 2: Asiakkaan ohjeistus harjoituksiin

Ohje on tarkoitettu esimerkki ohjeena asiakkaalle muistilapuksi kotiin. Harjoitukset tulee käydä läpi fysioterapeutin kanssa ennen harjoitteluun siirtymistä.

TEE KAIKKI HARJOITUKSET SIEDETTÄVÄN KIVUN SALLIMISSA RAJOISSA! Harjoittelun aikana saa olla siedettävää kipua eli noin 3-4/10 kipuasteikolla 0-10. Muista, että on hyväksyttävää, että jänne ärtyy hieman harjoittelusta, mutta jännekivun pitää palata harjoitusta edeltävälle kivun tasolle viimeistään 24h harjoittelun jälkeen. Seuraa siis harjoittelun aikana 24h kipuvastetta. Jänne määritellään ärtyneeksi, jos jänne on 24h harjoittelun jälkeen yhä kipeämpi. Jos jänne on kipeämpi kuin ennen harjoitusta, tee sama harjoitus, mutta hieman kevyemmällä kuormalla. Jos kipua ei tunnu harjoittelun aikana, on kuormituksen määrää kasvatettava.

Vaihe 1. Aloita staattisilla harjoituksilla, jos vaiheen 2 dynaamisen harjoittelun suorittaminen tuottaa kipua yli 4/10. Tee harjoituksia 1-3 kertaa päivässä, 45 sekunnin pito, 5 sarjaa. 2 minuutin lepotauot sarjojen välillä, optimaalisen palautumisen mahdollistamiseksi. Kun staattisten yhden jalan harjoitusten suorittaminen onnistuu kivutta, siirry vaiheen 2 harjoitukseen.

Vaihe 2. Valitse joko vaihtoehto 1 tai vaihtoehto 2. Molemmat harjoitukset ovat yhtä tehokkaita lievittämään kipua ja parantamaan polven toimintakykyä.

Vaihtoehto 1 Dynaaminen (HSR) harjoittelu kuntosali/ kotiympäristö: Tee dynaamista harjoittelua raskaasti ja hitaasti. Vaihtoehdon 1 dynaamisiin harjoituksiin kuuluvat mm. polven ojennus reisipenkissä, kyykky, askelkyykyt, jalkaprässi ja hack- kyykyt, joista valitaan sopiva (t) harjoitusliike (et).

Laskeudu 3 sekunnin ajan jarruttaen alas, jonka jälkeen ponnista ylös hitaasti 3 sekunnin ajan. Tee harjoitus joka toinen päivä, 4 sarjaa. 2-3 minuutin lepotauot sarjojen välillä. Aloita kahdella jalalla, mutta siirry yhden jalan harjoituksiin heti kivun salliessa. Aluksi 15 toistolla, edeten kohti raskaasti tehtävää 6 toistoa. Harjoitusten välipäivinä, tee vaiheen 1 harjoituksia, vaiheen 1 ohjeiden mukaan. Lisää kuormaa, kun harjoittelun aikainen kipu on arvioitu mukaan alle 4/10, ja kun kipu tasaantuu 24h aikana harjoituksesta.

Vaihtoehto 2 Jarruttava (eksentrinen) harjoittelu kotiympäristö: Tee jarruttavia kyykkyharjoituksia 15 toistoa, 3 sarjaa. 2-3 minuutin lepotauot sarjojen välillä. Aamulla ja illalla eli 2 kertaa päivässä. Laskeudu kipeällä alaraajalla 3 sekunnin ajan jarruttaen alas, jonka jälkeen ponnista ylös

”terveellä” alaraajalla. Lisää kuormaa, kun harjoittelun aikainen kipu on arvioisi mukaan alle 4/10, ja kun kipu tasaantuu 24h aikana harjoituksesta.

Huom! On tärkeää edetä raskaampiin harjoituksiin, sillä raskas nousujohteisesti etenevä harjoittelu liittyy jänteen kuormitukseen sopeutumiseen ja kivun vähenemiseen. Vaiheen 2 harjoituksia tulisi jatkaa nousujohteisesti koko kuntoutuksen ajan ja palatessa urheiluun.