



**LAUREA**  
AMMATTIKORKEAKOULU  
*Yhdessä enemmän*

# Ohje liikunnalliseen kivunlievitykseen kroonisen epäspesifin niskakivun potilaille

-ja fysiologiset tekijät liikunnan aikaansaamassa kivunlievittämisessä

Kaas, Laura  
Kainulainen, Jani  
Solakuja, Leila

2017 Laurea



**LAUREA**  
AMMATTIKORKEAKOULU  
*Yhdessä enemmän*

Laurea-ammattikorkeakoulu

# Ohje liikunnalliseen kivunlievitykseen kroonisen epäspesifin niskakivun poti- laille

- ja fysiologiset tekijät liikunnan aikaansaamassa kivun-  
lievittämisessä

Laura Kaas 1501717  
Jani Kainulainen 1402141  
Leila Solakuja 1501722  
Fysioterapeuttikoulutus  
Opinnäytetyö  
Joulukuu, 2017

Laura Kaas, Jani Kainulainen, Leila Solakuja

**Ohje liikunnalliseen kivunlievitykseen kroonisen epäspesifin niskakivun potilaille - ja fysiologiset tekijät liikunnan aikaansaamassa kivunlievityksessä**

Vuosi 2017 Sivumäärä 65

---

Opinnäytetyön tuotokset palvelevat toimeksiantajana toimineen Vantaan kaupungin kuntoutusyksikön fysioterapiapalveluiden tarpeita. Opinnäytetyöllä oli kaksi tavoitetta. Ensimmäisenä tavoitteena oli tuottaa liikunnallisen kivunlievityksen potilasohje kroonisesta niskakivusta kärsiville potilaille. Tätä varten opinnäytetyö keskittyi kokoamaan näyttöön perustuvan tiedon liikunnan kroonisesta epäspesifistä niskakipua lievittävästä vaikutuksesta; minkälaista liikuntaa, millä intensiteetillä, kuinka pitkään ja kuinka usein. Toisena tavoitteena oli tuottaa taustatietoa liikunnallisen kivunlievityksen fysiologisista tekijöistä, jotta Vantaan kaupungin kuntoutusyksikön fysioterapeutit voisivat saada opinnäytetyöstä selittävää taustatietoa kysymykseen ”Mitkä fysiologiset tekijät selittävät liikunnan kipua lievittävää vaikutusta”.

Opinnäytetyö on toiminnallinen, mutta tietoperusta opasta varten on haettu systemaattisen kirjallisuuskatsauksen menetelmin. Opinnäytetyö sisältää kroonisen niskakivun liikuntahoidon, tietoa liikunnasta kivunlievittäjänä ja potilasohjeen. Tiedonhaku tehtiin PEDro ja PubMed tietokantoihin sekä EBSCOhost yhdistelmähakuun. Lisämateriaalia etsittiin muistakin internetlähteistä, tutkimuksista ja lähdekirjallisuudesta. Potilasohjeen tuottaminen tapahtui iteratiivista tuotekehitysprosessia noudattaen, perustuen hyvän ohjeen teoreettiseen lähdekirjallisuuteen. Keskeisinä käsitteinä ja viitekehiksenä työn taustalla olivat kipua lievittävä liikunta ja krooninen epäspesifinen niskakipu.

Ohje sisältää yleistietoa kroonisesta niskakivusta ja harjoitteista, joilla on osoitettu olevan kipua lievittävä vaikutus. Harjoitteet ovat havainnollistettu kuvilla ja kirjallisella ohjeistuksella. Ohje on tarkoitettu kroonisesta epäspesifistä niskakivuista kärsivien potilaiden lisäksi heitä ohjaaville fysioterapeuteille. Ohjeen harjoitukset on helppo suorittaa itsenäisesti käyttäen välineinä kuminauhaa ja tuolia. Kirjallinen tuotos sisältää myös taustatietoa fysiologisista mekanismeista liikunnan aikaansaamassa kivunlievityksestä.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella kroonisesta epäspesifistä niskakivusta kärsiville suositellaan spesifiä kaularankalihasten ja ylävartalon voimaharjoittelua sekä matalalla vastuksella toteutettavaa kaularangan koukistajien kestävyysharjoittelua. Tarkempaa tutkimustietoa tarvitaan, ennen kuin kipua lievittävästä liikunnasta voidaan antaa tarkempia yleisiä suosituksia.

Työn jatkokehittämistä olisi luontevaa jatkaa keräämällä loppukäyttäjiltä palautetta potilasohjeesta, sen käyttöön liittyvistä tekijöistä ja käyttökokemuksista sen jälkeen, kun ohje on ollut Vantaan fysioterapian käytössä jo jonkin aikaa.

Asiasanat: kipua lievittävä liikunta, krooninen epäspesifinen niskakipu, kivunlievitys, potilasohje, fysiologiset mekanismit

Laura Kaas, Jani Kainulainen, Leila Solakuja

**Patient guidelines on exercise-induced hypoalgesia for chronic nonspecific neck pain - and the physiological mechanisms in exercise-induced hypoalgesia**

Year	2017	Pages	65
------	------	-------	----

---

The outputs of this thesis serve the needs of the physical therapy units of the city of Vantaa, which was the commissioner for this thesis. This thesis had two objectives. The first objective was to produce patient guidelines for chronic neck pain patients on exercise-induced hypoalgesia. For this purpose the thesis focused on gathering the evidence-based information regarding exercise-induced hypoalgesia in chronic neck pain and the dosage for exercise. The second objective of the thesis was to produce information on the physiological mechanisms of exercise-induced hypoalgesia so that the physical therapist working at the physical therapy service points of the city of Vantaa could gain explaining knowledge to the question "Which physiological elements explain the exercise-induced hypoalgesic effect".

This thesis is practice-based but the theoretical background was gathered by a systematic review. This thesis consists of the exercises inducing hypoalgesia in chronic neck pain, hypoalgesia in general exercise and the patient guidelines. The patient guidelines were made based on the theoretical information on good guidelines, following the steps of an iterative process. The guidelines consist of general information on self-management of chronic neck pain and visual instructions of evidence-based exercises. The exercises can be done independently at home using a resistance band and a seat. The theoretical framework consists of exercise-induced hypoalgesia and chronic nonspecific neck pain.

For chronic neck pain, based on the systematic review, we recommend resistance exercises specifically targeting the neck muscles, upperbody resistance training and low load endurance exercises targeting the cervical flexors. The findings of this thesis also suggest that further research is required before an exercise prescription can be given for exercise-induced hypoalgesia.

This thesis could be further developed by collecting feedback from the end users. Collecting user feedback after the patient guidelines have been in use would help in bettering the user experience.

Keywords: exercise-induced hypoalgesia, chronic neck pain, patient guidelines, physiological mechanisms

## Sisällys

1	Johdanto .....	7
2	Työn tavoite ja tarkoitus sekä teoreettinen viitekehys .....	8
3	Toiminnallinen opinnäytetyö.....	10
4	Opinnäytetyöprosessi ja tietoperustan hankinta .....	13
	4.1 Aineiston hankinta niskakivun lievittymisestä liikunnan avulla .....	15
	4.2 Aineiston hankinta fysiologisista selittävistä tekijöistä.....	16
5	Kroonisen niskakivun liikuntahoito .....	18
	5.1 Liikunnan annostelu .....	18
	5.2 Harjoitteet.....	23
	5.3 Harjoitteluun sitoutuminen.....	24
6	Liikunta kivun lievittäjänä ja fysiologiset ilmiöt .....	24
	6.1 Kivun kokeminen, herkistyminen ja kroonistumisen .....	25
	6.2 Tutkimusnäyttö liikunnan vaikutuksista kipuun.....	26
	6.3 Kipu, liikunta ja kivunlievittyminen tutkimuskohteina .....	29
	6.4 Fysiologiset ilmiöt liikuntavaikutusten taustalla.....	31
	6.4.1 Endogeeniset opioidit eli opioidipeptidit.....	31
	6.4.2 Endogeeniset kannabinoideit eli endokannabinoideit .....	32
	6.4.3 Hermokasvutekijä ja muut neurotrofiinit .....	32
	6.4.4 Hermoston välittäjäaineet eli neurotransmitterit .....	33
	6.4.5 Immuunijärjestelmän tulehdusvälittäjäaineet .....	33
	6.4.6 Autonominen hermosto ja endokriininen järjestelmä .....	34
	6.4.7 Paikallinen aineenvaihdunnallinen muutos lihaksessa.....	35
	6.4.8 Epigeneettiset muutokset .....	35
	6.4.9 NMDA-reseptoreissa tapahtuvat muutokset .....	35
	6.4.10 Kipua välittävien hermojen inhiboituminen.....	36
	6.4.11 Selityksiä tutkimustulosten ristiriitaisuuksille .....	36
7	Yksityiskohtaista tutkimustietoa fysiologisista vaikutusmekanismeista .....	38
	7.1 Vaikutukset perifeerisissä vapaissa hermopäätteissä .....	39
	7.2 Vaikutukset tuovissa hermosoluissa tai näiden ympäristössä .....	41
	7.3 Vaikutukset takajuuren ganglioissa.....	42
	7.4 Vaikutukset selkäytimessä .....	43
	7.5 Vaikutukset aivoissa .....	45
8	Potilasohje .....	49
9	Opinnäytetyön arviointi.....	50
10	Pohdinta .....	51
	10.1 Tutkimusetiikka .....	51
	10.2 Tiedonhankinnan haasteet.....	51

10.3 Kehitysehdotukset ja jatkotutkimusaiheet .....	54
10.4 Työn tavoitteiden toteutuminen .....	55
Lähteet .....	57
Kuviot.....	63
Taulukot .....	64
Liitteet .....	65

## 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä esitellään kroonisen epäspesifin niskakivun lievittymistä liikunnan avulla. Opinnäytetyön toiminnallisena tuotoksena on ohje, mikä sisältää taustatietoa epäspesifistä kroonisesta niskakivusta ja sen lievittymisestä liikunnan avulla. Vantaan kaupungin kuntoutusyksikön fysioterapeuttien tarve käsissä olevalle opinnäytetyölle nousi alunperin Myyrmäen terveyskeskuksen fysioterapiassa. Myyrmäen terveyskeskus on yksi Vantaan kaupungin kuntoutusyksiköistä. Tarpeen taustalla oli heidän huomionsa, että esim. Kivun Käypä Hoito -suositus korostaa entistä enemmän ei-lääkkeellisiä hoitoja, kuten liikuntaa. Se ei kerro kuitenkaan tarkemmin millaista liikuntaa, eikä myöskään selittävästä tekijöistä. Perustuuko kivun mahdollinen lieventyminen endorfiinituotannon lisääntymiseen tai mihin muuhun? Toimivatko nämä mekanismit kaikessa harjoittelussa (esimerkiksi aerobinen vai lihaskuntoharjoittelu, harjoituksen kesto ja niin edelleen). Käynnistyykö endorfiinituotanto, mikäli harjoittelu koetaan epämieluisaksi? Myyrmäen terveyskeskuksen toiveena oli, että selvittäisimme myös sitä, mitkä kiputyypit hyötyvät harjoittelusta, ja mitä erityispiirteitä niissä esiintyy.

Lähdimme tutkimaan aihealuetta seuraavin kysymysasetteluin: Mitkä kiputyypit (nosiseptinen, perifeerinen neuropaattinen, sentraalinen neuropaattinen eli keskushermostollinen, neurogeeninen, idiopaattinen tai psykogeeninen) hyötyvät harjoittelusta? Jos harjoittelulla on kipua lievittävä vaikutus tiettyyn kiputyyppiin: 1) mikä harjoittelumuoto (ja kesto) on vaikuttavaa, 2) mikä on vaikutusmekanismi ja 3) onko harjoittelun mielekkyydellä vaikutusta vaikutavuuteen sekä mahdollisesti endorfiinituotantoon?

Tehtyämme tiedonhakua aiheesta, jouduimme toteamaan, että liikunnan tai harjoittelun vaikutuksista kiputyypeittäin löytyi hyvin vähän tutkimuksia, jos ollenkaan. Tutkimukset käsittelivät lähes poikkeuksetta harjoittelun vaikutuksia tietyistä sairaudesta tai tietyn alueen kroonisesta kivusta kärsivillä potilailla. Tämän johdosta päädyimme yhdessä toimeksiantajan kanssa rajaamaan työmme nimenomaan krooniseen kipuun. Toimeksiantajamme toiveena oli, että tuotamme lisäksi tiedonhaun pohjalta potilasohjeen, jonka alkuperäisenä ideana oli kattaa useampia potilasryhmiä. Lopulta potilasohjeen potilasryhmäksi valikoitu kroonisesta niskakivusta kärsivät, koska sille oli suurin tarve toimeksiantajan puolelta. Tiedonhaun yhteydessä potilasryhmäksi rajautui, työn rajauksen ja tiedonhaun selkeyttämiseksi, vielä tarkemmin kroonisesta epäspesifistä niskakivusta kärsivät.

Toimeksiantajamme toisena toiveena oli saada tietoa liikunnan tuoman kivunlievittymisen mekanismeista. Toisin sanoen siitä perustuuko kivun mahdollinen lieventyminen endorfiinituotannon lisääntymiseen tai johonkin muuhun? Toimivatko nämä mekanismit kaikenlaisessa harjoittelussa? Käynnistyykö endorfiinituotanto, mikäli harjoittelu koetaan epämieluisaksi? Ai-

heesta tietoa hakiessamme huomasimme, että kyseisen kaltaista tietoa ei löydy kirjoista. Kirjoista löytyi vain tietoa kivun kokemisen fysiologiasta, kivun kroonistumisen selittävästä tekijöistä. Kivun lieventymisen fysiologisia vaikutuksia käsiteltiin teoksissa esim. kipulääkkeiden, kokemuksen, positiivisen ajattelun fysiologisten vaikutusten kautta selitettynä. Kivun fysiologiaa, kivun lieventymistä ja kroonistumisen ehkäisyä selitetään esim. teoksissa *Explain Pain Supercharged* (Moseley & Butler 2017) ja *Kipu* (Kalso, Haanpää & Vainio 2009). Kivun lieventymisen fysiologisten mekanismien yhteydessä nämäkään teokset eivät kuitenkaan tuo esille, mitkä mekanismeista liittyisivät liikunnan tuomaan kivunlievittymiseen. *Kipu* -kirjassa kerrotaan lyhyesti terapeuttisesta harjoittelusta ja lähinnä terapeuttisen harjoittelun tavoitteista, menetelmistä ja näytön asteesta tietyissä kroonisissa kiputiloissa (Pohjolainen 2009, 242-243). Teoksessa ei ole kuitenkaan mainintaa liikunnan fysiologisista vaikutusten ja kivun kokemisen yhteydestä. Kirjan kertoessa fysiologiin muutoksiin tähtäävistä kivunlievittämisen menetelmistä, kerrotaan psykologisista keinosta, ei liikunnasta. (Elomaa & Estlander 2009, 248.)

Kirja *Psykye ja aivotoiminta - Neurofysiologinen näkökulma* (Sandström 2010) käsittelee myös kipua. Kirjassa kuvataan lyhyesti myös fysiologisia vaikutusmekanismeja, jotka selittäisivät liikunnan positiivista vaikutusta mielialaan. Liikunnan ja kivun välisiä vaikutusmekanismeja ei kuvailla, mutta mielialan ja kivun välisiä kylläkin. Toisaalta huomasimme myöhemmin aihetta tutkiessamme, että mielialan ja kivun takana on usein samoja neurofysiologisia ilmiöitä selittävinä tekijöinä.

Hyvin nopeasti aiheesta tietoa hakiessamme huomasimme, että toimeksiantajamme pyyntö etsiä tietoa näistä fysiologista selittävästä tekijöistä osoittautui hyvin relevantiksi. Helppoluista materiaalia ei ollut tarjolla, ja suomenkielellä ei oikeastaan mitään. Ainut suomenkielinen teos, jossa edes lyhyesti mainittiin liikunnan tuoman kivunlievittymisen fysiologisista tekijöistä oli kirja *Ota kipu haltuun* (Miranda 2016).

## 2 Työn tavoite ja tarkoitus sekä teoreettinen viitekehys

Opinnäytetyöllä oli kaksi erillistä tavoitetta. Opinnäytetyön ensimmäisenä tavoitteena oli tuottaa potilasohje kroonisesta epäspesifisestä niskakivusta kärsiville ja toisena tavoitteena oli tuottaa taustatietoa liikunnallisen kivunlievityksen fysiologisista tekijöistä. Opinnäytetyö keskittyy kokoamaan näyttöön perustuvan tiedon liikunnan kroonista epäspesifistä niskakipua lieventävästä vaikutuksesta; minkälaista liikuntaa, millä intensiteetillä, kuinka kauan ja kuinka usein. Opinnäytetyön tuotoksena syntyneen ohjeen on tarkoitus toimia ohjeena, jonka fysioterapeutit voivat tulostaa ja antaa asiakkaalle mukaan. Tämän lisäksi toisena tavoitteena oli, että Vantaan kaupungin kuntoutusyksikön fysioterapeutit voisivat saada opinnäytetyöstä



selittävää taustatietoa kysymykseen ”Mitkä fysiologiset tekijät selittävät liikunnan kipua lievittävää vaikutusta?”. Ajatuksena oli, että työtä voidaan käyttää työyksiköissä myös esim. opiskelijoiden tai uusien työntekijöiden tukimateriaalina.

Opinnäytetyön taustalla oli Vantaan kaupungin Myyrmäen kuntoutusyksikön fysioterapeuttien tarve potilasohjeelle kroonisen epäspesifin niskakivun liikunnallisesta kivun hoidosta, sekä taustatietoa, joka selittää liikunnan kipua lievittäviä mekanismeja. Opinnäytetyö tehtiinkin toimeksiantona Vantaan kaupungin kuntoutusyksikön fysioterapiapalveluille. Vantaan kaupungin fysioterapiatoimipisteitä sijaitsee Koivukylässä, Tikkurilassa sekä Myyrmäessä. Vantaan kaupungin fysioterapian yhteisenä tavoitteena on edistää ja auttaa ylläpitämään terveyttä sekä liikkumis- ja toimintakykyä. Kuntoutujan itsenäistä selviytymistä tuetaan hänen omilla voimavaroillaan. Vantaan kaupungin fysioterapiapalveluihin kuuluvat yksilöllinen arviointi ja terapia, ohjaus ja neuvonta ryhmäterapia sekä asiantuntijapalvelut, kuten esimerkiksi koulutus ja konsultaatiopalvelut. (Vantaan kaupunki 2017.)

Opinnäytetyössä pyrittiin vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

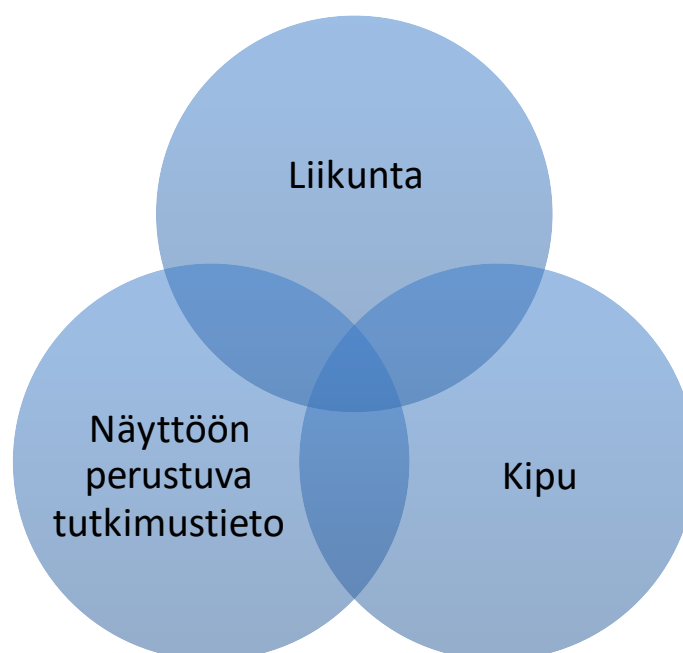
1. Minkälainen liikunta lievittää kroonista epäspesifistä niskakipua sairastavan henkilön kipua?
2. Kuinka usein ja millä intensiteetillä ko. henkilön pitäisi harrastaa liikuntaa?
3. Mitkä fysiologiset tekijät selittävät liikunnan kipua lievittävää vaikutusta?

Opinnäytetyön toiminnallisena osuutena syntyi potilasohje, joka sisältää yleistietoa kroonisesta niskakivusta ja heille tarkoitettuja harjoitteita liikunnallisena kivunlievityksenä. Ohjeen tarkoituksena ei ole korvata asiakkaan yksilöllisesti suunniteltuja harjoituksia, vaan toimia tiedonlähteenä ja tukimateriaalina kroonisesta epäspesifistä niskakivusta kärsiville. Toiveena on, että ohjeen käyttö kannustaa kroonisesta epäspesifistä niskakivusta kärsiviä tekemään harjoitteita ja ymmärtämään, että kipua voidaan kyseisillä harjoitteilla lievittää. Tämä edesauttaisi kyseisen asiakasryhmän hyvinvointia ja toimintakykyä.

Opinnäytetyö keskittyy tarkastelemaan liikuntaa kipua lieventävänä hoitokeinona tutkitun tiedon valossa. Kipua lievittävästä harjoittelusta kroonisessa epäspesifissä niskakivussa koottiin yhteen systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla tämän hetkinen näytöltään toimivin harjoittelumuoto ja annostelu. Kroonisella epäspesifillä niskakivulla tarkoitetaan kroonista niskakipua, jonka taustalta ei ole löydetty mitään tiettyä sairautta, joka aiheuttaisi oireet (Borghouts, Koes & Bouter 1998, 1. & Bertozzi ym. 2013, 1027.) Näkökulmana työssä toimi riittävän informatiivisen selkokielisen potilasohjeen tuottaminen, jotta loppukäyttäjät voivat sen avulla harjoitella. Toisena näkökulmana työtä ohjasi ammattilaisille tuotettavan materiaalin tuottaminen työkaluksi fysiologisten mekanismien ymmärtämiseksi. Työtä pyrittiin tekemään aineistolähtöisesti. Opinnäytetyössä käytetään kohderyhmästä puhuttaessa useita eri

termejä, kuten asiakas tai potilas, riippuen asiayhteydestä. Opinnäytetyössä puhutaan liikunnasta fyysisen aktiivisuuden sijaan, koska lähteinä käytetyissä tutkimuksissa käytetään englannin kielistä termiä exercise, ei termiä physical activity (Cheng, CH. Su, Yen, Liu & Cheng, Hy. 2015; McCaskey, Schuster-Amft, Wirth, Suica & de Bruin 2014; O’Riordan, Clifford, van de Ven & Nelson 2014; Bertozzi ym. 2013; Damgaard, Bartels, Ris, Christensen & Juul-Kristens 2013; Ylinen 2007.) Opinnäytetyön keskeisimmät käsitteet on esitelty alla olevassa kuviossa (Kuvio 1).

Näyttöön perustuvan tutkimustiedon ja erityisesti viimeisimmän tutkimustiedon käytössä oli myös tarkoituksena tuoda opinnäytetyön kautta toimeksiantajalle esille tutkimustiedon käytön haasteet ja mahdollisuudet, koska toimeksiantajan palveluksessa työskentelevien terapeuttien suhtautuminen ja taidot tiedonhakuun vaihtelevat.



Kuvio 1: Opinnäytetyön keskeisimmät käsitteet

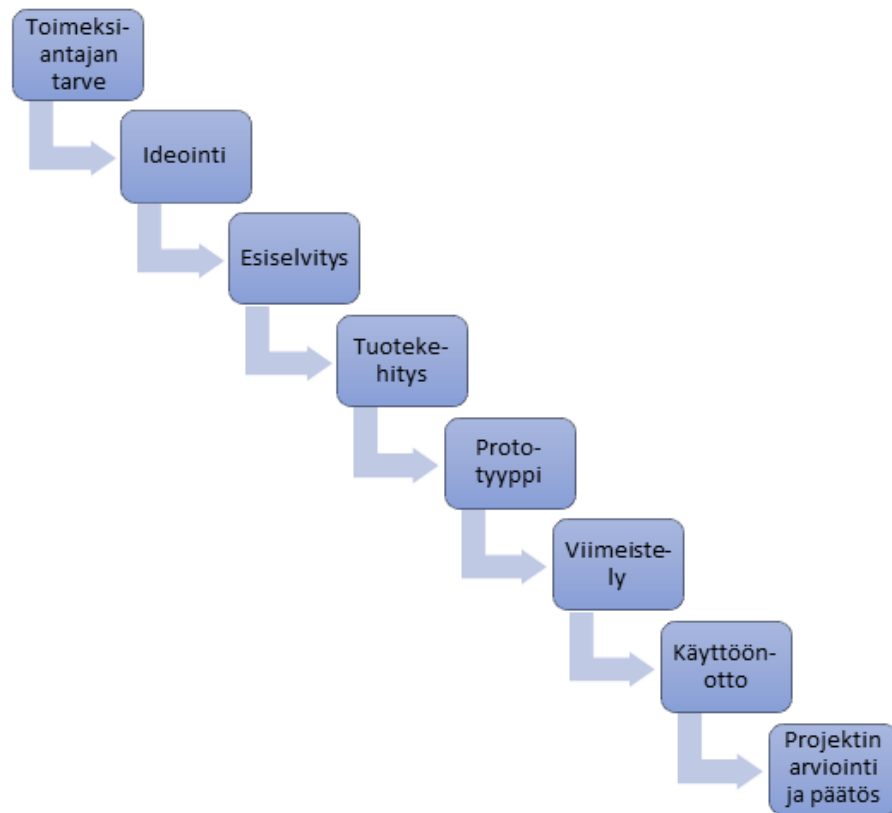
### 3 Toiminnallinen opinnäytetyö

Ammattikorkeakouluissa opinnäytetyö voi olla toiminnallinen tai tutkimuksellinen. Toiminnallinen opinnäytetyö tarkoittaa työelämän käytännön toiminnan opastamista, ohjeistamista tai toiminnan järjestämistä. Joten se voi olla ammatilliseen käytäntöön suunnattu ohjeistus tai jokin konkreettinen tapahtuma. Sitä voidaan toteuttaa ohjeena, kirjana, lehtiartikkelina, portfoliona tai samankaltaisen ohjeistuksena. Toiminnallisessa opinnäytetyössä yhdistyvät opinnäytetyöraportti ja tuotos eli toiminnallinen osuus. Tärkeää on myös, että toiminnallisessa opinnäytetyössä on toimeksiantaja ja kohderyhmä. (Vilka & Airaksinen 2003, 9-10, 38-

40, 51-52). Työ tehtiin Vantaan kaupungin kuntoutusyksikön fysioterapeuteille, jotka voivat jakaa ohjetta kroonisesta epäspesifistä niskakivusta kärsiville. Opinnäytetyössä käytettiin tuotekehitysprosessin mallia (iteratiivinen prosessi) potilasohjeen tuottamisessa. Potilasohjetta varten aineiston keräämisessä käytettiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen menetelmää. Uusinta tutkimustietoa etsittiin seuraavista tietokannoista: PubMed, PEDro, EBSCOhost ja Käypä Hoito -suosituksista. Potilasohjeen suunnittelussa käytettiin lähdekirjallisuutta hyvän potilasohjeen tuottamiseen. Tarkempi kuvaus tutkimustiedon hakusanoista ja sisäänottokriteereistä löytyy tämän opinnäytetyön "opinnäytetyöprosessi ja tietoperustan hankinta" -osista. Yhteydenpito toimeksiantajan kanssa oli jatkuvaa ja hyvin vastavuoroista. Kommentteja ja huomioita tuotettuun potilasohjeen prototyyppiin saatiin sähköpostitse useaan otteeseen, jolloin potilasohjetta muokattiin toimeksiantajan toiveiden ja ehdotusten mukaan.

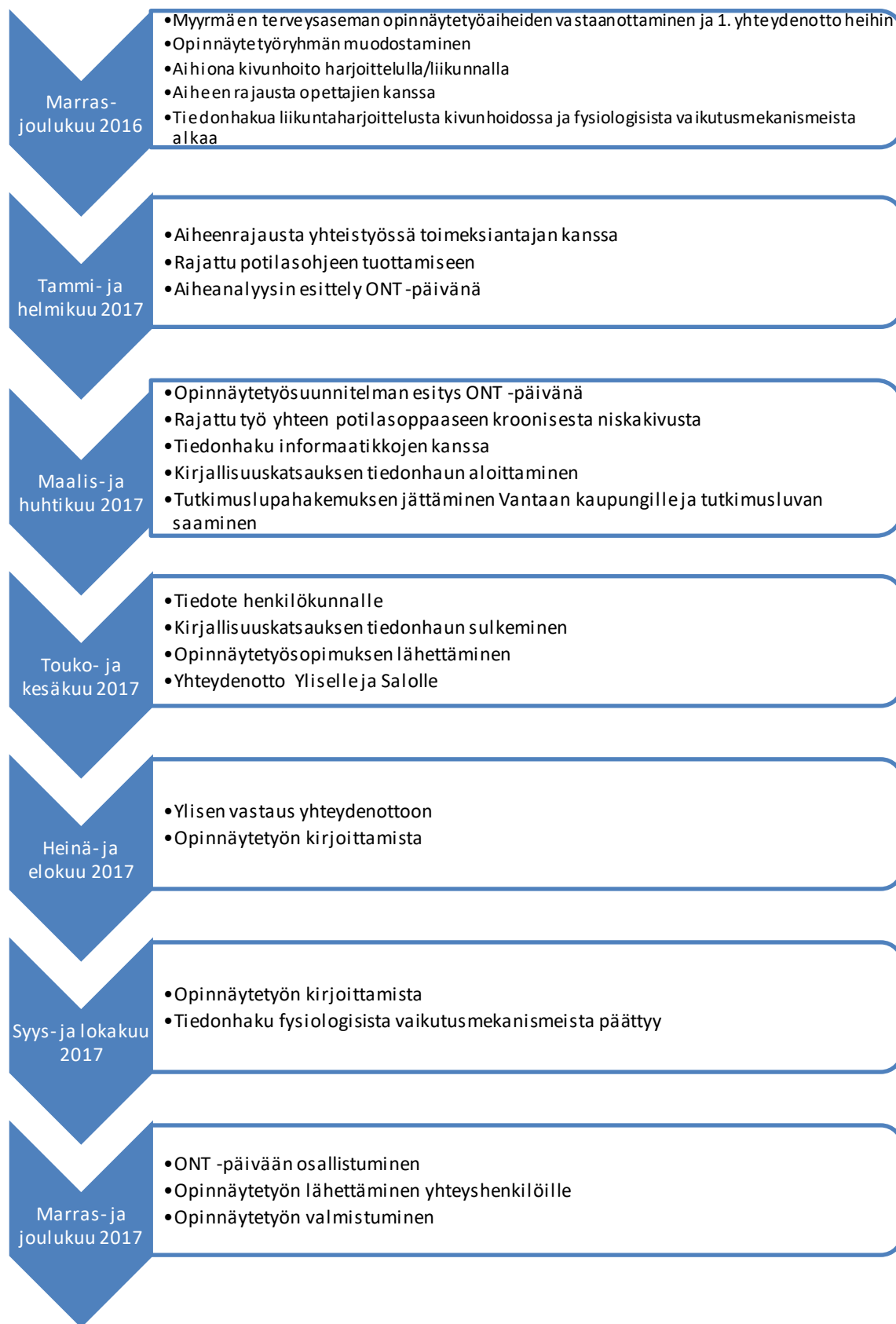
Tuotekehitysprosessin lopputuotoksena syntyi potilasohje. Se muodostui eri vaiheista: toimeksiantajan tarve, ideointi, esiselvitys, tuotekehitys, prototyyppi, viimeistely, käyttöönotto ja projektin arviointi sekä päätös. Opinnäytetyön tarve tuli toimeksiantajalta, jota ideointivaiheessa ideoitiin perustuen hyvän potilasohjeen teoreettiseen lähdekirjallisuuteen. Ohjeelle laadittiin myös tavoitteet, jotka olivat: selkokielen, helppolukuinen ja yksinkertainen. Ideointivaiheessa saatiin myös toimeksiantajan ohjeistuksia potilasohjeen suhteen. Esiselvitysvaiheessa nimettiin toimeksiantajan puolelta fysioterapeutit, joiden tehtäväksi jäi arvioida ja kommentoida ohjetta. Tuotekehitysvaiheessa aloitettiin ohjeen tekeminen Word-tiedostona, johon lisättiin ideoinnin ja esiselvityksessä esille nousseet asiat. Samalla jatkettiin ohjeen jatkoideointia. Näiden avulla valmistettiin prototyyppejä, jotka lähetettiin toimeksiantajan määräämille fysioterapeuteille kommentoitavaksi.

Prototyypeissä huomautetut puutteet ja viat korjattiin. Viimeistelyvaiheessa ohjeeseen tehtiin vielä useita muutoksia. Ohjeen tuotekehitysvaihe päättyi useimmiten käyttöönottovaiheeseen, mutta usein tuotteita voidaan kehittää jatkuvasti vastaamaan muuttuvaa asiakastarvetta (Windahl & Välimaa 2012, 9-12, 18, 26-27, 29, 32-33). Projektin arvioinnissa ja päättämisessä tarkasteltiin tavoitteiden saavuttamista ja syntyneen tiedon siirtämistä toimeksiantajalle. Tuotekehitysprosessissa syntynyttä ohjetta voidaan arvioida myös sen mukaan, vastaako ohje asiakastarvetta, soveltuuko se toimeksiantajan käyttötarkoitukseen ja onnistuiko prosessi ajallaan. Poiketen kuvanmukaisesta prosessista (Kuvio 2), tehty prototyyppi sisälsi monta iteraatiota. Tämän lisäksi käyttöönottovaihetta ei toteutettu osana tätä työtä, vaan toimeksiantaja toteuttaa käyttöönoton omien aikataulujen mukaisesti.



Kuvio 2: Oppaan tuotekehitysprosessi (Windahl & Välimaa 2012, 11)

#### 4 Opinnäytetyöprosessi ja tietoperustan hankinta



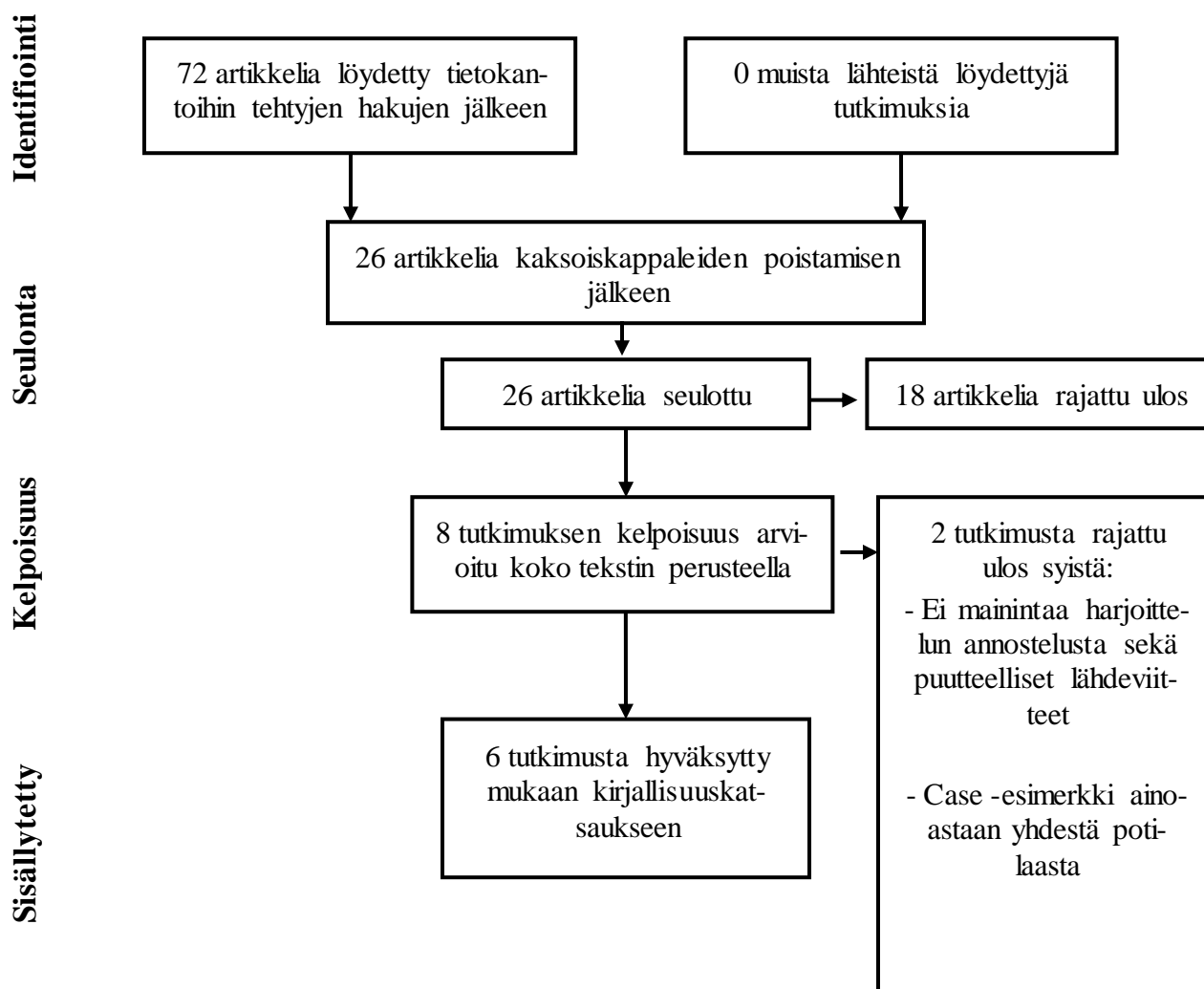
Kuvio 3: Opinnäytetyöprosessi

Opinnäytetyöprosessi alkoi marraskuussa 2016, kun opettajalta saadussa sähköpostiviestissä oli Myyrmäen terveyskeskuksen fysioterapian aihe-ehdotus ”Kivunhoito harjoittelun tai liikunnan avulla”. Tarkempi kuvaus oli, että opiskelijat olisivat tehneet tiedonhakuja kroonisen kivunhoidosta liikunnan avulla, mihin mekanismeihin vaikutukset perustuvat ja mitkä harjoitteeseen liittyvät tekijät vaikuttavat kivunlievittymiseen. Opinnäytetyön aihetta ja laajuutta rajattiin usean kuukauden ajan yhdessä yhteyshenkilön ja opettajien kanssa, kunnes lopulliseen aiheeseen päädyttiin opinnäytetyön laajuus huomioiden, toimeksiantajan tarpeiden, ohjaavien opettajien näkemysten, tiedonhakujen ja saatavilla olevan tiedon kautta.

Yliseen ja Saloon otettiin yhteyttä sähköpostitse 30.6.2017, jossa kysyttiin, onko opinnäytetyön aiheesta tehty viime aikoina muitakin tutkimuksia kuin meta-analysit vuosilta 2013 (O’Riordan ym.) ja 2015 (Cheng ym.), jotka olisivat tuoneet aiheesta lisätietoa. Ylisen vastauksessa kerrottiin, että uusimmat tutkimukset liittyvät vaikutukseen kaularangan ryhtiin ja päänsärkyyn, eivätkä nämä koskeneet opinnäytetyön aihetta.

Valmis opinnäytetyö sovittiin esitettävän kuntoutusyksikölle vuoden 2018 alussa. Esittely on toimeksiantajalle tärkeä osa opinnäytetyöntoimeksiantoa, koska esittelyn on tarkoitus olla osa käyttöönottovaihetta, eli tiedon ja työkalun käyttöön jalkautusta.

## 4.1 Aineiston hankinta niskakivun lievittymisestä liikunnan avulla



Kuvio 4: Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku

Opinnäytetyön laajuus huomioon ottaen kirjallisuuskatsaukseen rajattiin mukaan meta-analyysit ja systemaattiset kirjallisuuskatsaukset, jotta aiheesta saataisiin koottua yhteenvedettyä tietoa. Sisäänottokriteerit tälle kirjallisuuskatsaukselle olivat seuraavat: (1) artikkelit on julkaistu vuosina 2007-2017, (2) otsikossa esiintyi jokin vapaasanahaun hakusanoista exercise, physical activity, chronic pain, neck pain tai cervical pain, (3) tiivistelmä ja koko teksti käsitelivät liikunnan tai fyysisen aktiivisuuden vaikutuksia kipuun kroonisessa epäspesifissä niskakivussa, (4) artikkelit olivat joko systemaattisia kirjallisuuskatsauksia tai meta-analyysejä, (5) PEDro, PubMed tai Ebscohost yhdistelmähaun kautta saatavilla olleet tietokannat, (6) EBSCOhost yhdistelmähaussa ainoastaan tieteellisesti vertaisarvioidut tutkimukset, (7) koko teksti sisälsi tietoa liikunnan annostelusta ja (8) artikkeli oli suomen- tai englanninkielinen.

Hakujen tuloksena oli 72 tutkimusta, joista samojen tutkimusten rajauksen jälkeen jäljelle jäi 26. Näistä 26 tutkimuksesta rajattiin ensin otsikon ja sen jälkeen tiivistelmien perusteella pois tutkimukset, jotka eivät käsitelleet kroonisen niskakivun hoitoa liikuntaharjoittelulla. Lopulliseen kirjallisuuskatsaukseen jäi mukaan tarkasteltavaksi kahdeksan artikkelia. Kaikki kahdeksan tutkimusta koskivat aikuisia. Näistä kahdeksasta artikkelista Binderin (2008) artikkeli jätettiin pois, koska se ei tarjonnut mitään tietoa harjoittelun annostelusta ja väittämien lähteet oli heikosti merkitty. Mintkenin & Clelandin (2012) artikkeli jätettiin myös pois koko tekstin lukemisen jälkeen. Artikkelit esitteli case-tapauksena ainoastaan yhdelle henkilölle räätälöidyn terapian ja tämän takia se jätettiin pois. Kirjallisuuskatsaukseen koko tekstin perusteella mukaan hyväksytyt artikkelit löytyvät opinnäytetyön liitteenä (Liite 1).

#### 4.2 Aineiston hankinta fysiologisista selittävästä tekijöistä

Tavoitteena oli hakea tietoa, millä fysiologisilla mekanismeilla ja ilmiöillä liikunnan tuomaa kivunlievitystä selitetään. Aineiston hankintamenetelmänä oli integroitu kirjallisuuskatsaus. Kirjoista ei löytynyt tietoa tarkastelun kohteena olevaan aiheeseen, joten tietoa lähdettiin etsimään tieteellisistä tutkimuskannoista. Tiedonhakuun kokeiltiin ensin Pedro -tietokannasta. Sieltä löytyi tutkimuksia liittyen liikunnan aikaansaamaan kivun lievittymiseen, mutta ei fysiologisiin ilmiöihin ja vaikutusmekanismeihin, jotka selittäisivät kivun lievittymistä. Tämä on ymmärrettävää, koska Pedro ei sisällä esim. fysiologien, neurologien ja solubiologien tekemiä tutkimuksia.

Pääsääntöisesti käytettiin Pubmed -tietokantaa. Tietoa etsittiin mm. taulukossa esitetyillä hakusanoilla. Sisäänottokriteerinä oli, että katsaus tai tutkimus käsitteli liikunnan tuoman kivunlievittymisen ( Exercise-induced hypoalgesia=EIH) fysiologisia vaikutusmekanismeja ja selittäviä tekijöitä. Kirjallisuuskatsausta ei pyritty tekemään systemaattisen kirjallisuuskatsauksen keinoin. Alla olevassa taulukossa on kuvattu Pubmedissä tiedonhakuun käytettyjä hakusanoja, sekä niiden perusteella mukaan otettuja tutkimuksia. Käytetyillä hakusanoilla löytyi myös tutkimuksia, jotka tutkivat lievittyiko kipu liikunnan avulla vai ei, minkälainen tai millä intensiteetillä tehty liikunta lievitti kipua, millä keinoilla liikunnan tuomaa kivunlievittymistä voidaan tutkia, vaikuttaako kipu valittuun liikunnan intensiteettiin, miten kahvi vaikuttaa liikunnan aikaiseen lihaskipuun. Sisäänottokriteerin perusteella nämä tutkimukset jätettiin pois aineistosta.

Taulukossa 1 ei ole listattu kaikkia löydettyjä ja käytettyjä katsauksia ja tutkimuksia. Taulukosta puuttuvat tutkimukset on löydetty lähinnä käsihaualla, tai taulukossa mainituilla hakusanoilla myöhempana ajankohtana.



HAKUSANAT, PÄIVÄMÄÄRÄ	TUTKIMUSKATSAUKSET JA TUTKIMUKSET
hypoalgesic effects of exercise, 21.12.2016	Kawi ym. 2015: Effects of Exercise on Select Biomarkers and Associated Outcomes in Chronic Pain Conditions: Systematic Review. SYSTEMATIC REVIEW
	Naugle ym. 2012: A meta-analytic review of the hypoalgesic effects of exercise. META-ANALYYSI
exercise- induced hypoalgesia, 21.12.2016	Koltyn 2002: Exercise-induced hypoalgesia and intensity of exercise.
	Kami ym. 2016: Exercise-induced hypoalgesia: potential mechanisms in animal models of neuropathic pain.
	Vaegter ym. 2016: Exercise increases pressure pain tolerance but not pressure and heat pain thresholds in healthy young men.
	Kami ym. 2016a: Histone Acetylation in Microglia Contributes to Exercise-Induced Hypoalgesia in Neuropathic Pain Model Mice.
	Kami ym. 2016b: Improvements in impaired GABA and GAD65/67 production in the spinal dorsal horn contribute to exercise-induced hypoalgesia in a mouse model of neuropathic pain
	Koltyn ym. 2014: Mechanisms of exercise-induced hypoalgesia
mechanisms of exercise- induced hypoalgesia, 21.12.2016	haulla tuli monia samoja tutkimuksia kuin edellä
	Gerdle ym. 2016: Increased Interstitial Concentrations of Glutamate and Pyruvate in Vastus Lateralis of Women with Fibromyalgia Syndrome Are Normalized after an Exercise Intervention - A Case-Control Study
neuropathic pain exercise, 26.12.2016	Cooper ym. 2016: Emerging Relationships between Exercise, Sensory Nerves, and Neuropathic Pain. Review
	Dobson 2014: Benefits of exercise intervention in reducing neuropathic pain. Review
neuropathic pain treatment guidelines, 27.12.2016	Tietoa löytyi erittäin heikosti liikunnan osuudesta osana hoitoa. Löydetyt ohjeistukset käsittelivät kaikki lähinnä neuropaattisen kivun lääkinnällistä hoitoa.
psychogenic pain exercise, 19.1.2017	Tietoa ei löytynyt liikuntaan liittyen. Ohjeistukset käsittelivät eri sairauksien hoitoa ilman liikuntaa.

Taulukko 1: Aineiston hankinta fysiologisista selittävästä tekijöistä

## 5 Kroonisen niskakivun liikuntahoito

Niskakivun hoidossa ensisijaista on pyrkimys estää kivun kroonistumista (Niskakipu: Käypä hoito -suositus 2017.) Terveys 2011 -tutkimuksen mukaan niskakipua viimeksi kuluneiden 30 päivän aikana oli kokenut 41% tutkimukseen vastanneista naisista ja 27% miehistä. Naisilla niskakipu oli yhtä yleistä kuin selkäkipu, mutta miehillä niskakipu oli harvinaisempaa. Miehillä ikä ei ollut yhteydessä niskakipuun, kun taas naisilla niskakipu hieman harvinaistui iän myötä. (Koskinen, Lundqvist & Ristiluoma 2012, 92.) Täsmällisen diagnoosin tekeminen niskakivuissa ei yleensä ole mahdollista. Koska ennuste on kuitenkin yleensä hyvä, voidaan oireita hoitaa ilman spesifiä diagnoosia, kunhan yleissairaudet, vakavat sairaudet ja välitöntä hoitoa vaativat sairaudet on ensin suljettu pois. Suomessa niskaoireet ovat syynä 3-4 %:iin terveyskeskuskäynnillä käynneistä. (Niskakipu: Käypä hoito -suositus 2017.) Epäspesifi krooninen niskakipu on yleinen diagnoosi oireille, joiden etiologiaa ei tunneta tarkasti (Ylinen ym. 2004). Niskakivuista kärsivillä kipu kroonistuu 30 %:lla, kivun kestäessä pidempään kuin kuusi kuukautta 14 %:lla kaikista niskakivuista kärsivistä ihmisistä (Blanpied ym. 2017, A11).

Niskakivun määrittelyssä ja käytetyissä tutkimusmenetelmissä esiintyy merkittävää vaihtelua niskakipua koskevassa epidemiologisessa kirjallisuudessa. Tämä vaihtelu rajoittaa mahdollisuuksia tiedon vertailuun tai yhdistämiseen eri tutkimusten välillä konsensuksen saavuttamiseksi. Kroonisen niskakivun ennuste on parhaimmillaan toistuva tai episodinen, tilanteen parantuessa ja huonontuessa jaksoitellen. Kokonaan oireista eroon pääseminen on enemmän poikkeus kuin sääntö. (Blanpied ym. 2017, A11-13.)

### 5.1 Liikunnan annostelu

O’Riordan ym. tutkivat vuonna 2014 julkaistussa meta-analyysissään kroonisen niskakivun liikuntahoitoa fysioterapiassa. Tutkimuksen tavoitteena oli tunnistaa aktiivisten kroonisille niskakipupotilaille kohdennettujen, liikuntaharjoittelua sisältävien, fysioterapiainterventoiden toimivin harjoittelumuoto, harjoittelun useus ja intensiteetti. Meta-analyysin tuloksena eri harjoitusmuotoja yhdistelevät interventiot todettiin tehokkaimmiksi, kun mittareina ei käytetty pelkästään alentunutta kipua vaan myös parantunutta toimintaan ja terveyteen liittyvää elämänlaatua sekä voimatasoja (O’Riordan ym. 2014, 770.) Voimaharjoittelun lisänä toteutettuna venyttelyn ja aerobisen harjoittelun havaittiin lisäävän liikuntaharjoittelun hyötyjä. Kaikkia kolmea harjoittelumuotoa yhdistelevällä harjoittelulla todettiin meta-analyysissä olevan kaikista suurimmat positiiviset vaikutukset potilaille.

Meta-analyysin löydösten perusteella O’Riordan ym. suosittelevat liikuntaharjoittelun suurimman hyödyn aikaansaamiseksi 3 kertaa viikossa toteutettavaa harjoittelua. Harjoittelun kipua alentavia ja isometristä voimaa lisääviä vaikutuksia saavutettiin kuitenkin jo alle suositusten jäävällä useudella, joten kaksikin kertaa viikossa suoritettavaa harjoittelua voidaan pitää hyödyllisenä. Yli kolme kertaa viikossa harjoittelua edellyttäviä harjoitusinterventioita ei suositella kroonisille niskakipupotilaille niiden hoitoon sitoutumista heikentävän vaikutuksen vuoksi. (O’Riordan ym 2014, 774.)

Harjoittelun intensiteetin tulisi kroonisilla niskakipupotilailla O’Riordanin ym. (2014) mukaan määräytyä yksilöllisesti potilaan lähtötason mukaan, perustuen maksimaalisen tahdonalaisen supistuksen (Maximal voluntary contraction=MVC) voimatasoihin. Vastusharjoittelu toteutettiin yleensä vastuksella, joka oli 20-70% heidän MVC-maksimistaan aina 80% asti. Maksimaalisen tahdonalaisen supistuksen lähtötasojen mittaamiseen käytettiin tutkimuksissa dynamometrejä, sekä 1:n tai 12:ta toiston maksimeja. (O’Riordan ym. 2014, 774). Kestävyysharjoittelussa käytettiin matalampaa intensiteettiä, yleensä ainoastaan painovoimaa. Siinä harjoittelun tavoitteena oli parantaa lihaskestävyttä, lisääntyneen paikallisen verenkierron kautta. Tasanteiden välttämiseksi ja harjoitusvasteiden saavuttamiseksi intensiteetin tulee kasvaa progressiivisesti intervention aikana. Korkean intensiteetin tai annostelun harjoitusohjelmat johtivat kivun alentumiseen, mutta myös matalan kuormituksen tai annostelun harjoitusohjelmista oli havaittavissa hyötyjä. Matalan intensiteetin harjoitteluksi luokitellaan painovoimaa vastaan tehtävä harjoittelu ja kohtuullisen sekä korkean intensiteetin harjoitteluksi painovoiman ylittävää lisävastusta vastaan harjoittelu. (O’Riordan ym. 2014, 779.)

Harjoitusten sekä interventioiden kestoa arvioitaessa optimaalisten tulosten saavuttamiseksi, O’Riordan ym. suosittelevat interventioiden kestoksi vähintään kuutta viikkoa, jotta harjoittelulla ehdittäisiin saada aikaan fysiologisia vaikutuksia. Parhaat tulokset harjoittelulla saavutetaan 12-45 minuutin kestolla, 30-45 minuutin ollessa järkevä ja laajalti saavutettava kesto harjoituskerralle. (O’Riordan ym. 2014, 780.)

Ylisen (2007) julkaiseman meta-analyysin tarkoituksena oli tutkia eri liikuntamuotojen toivuutta kivunlievityksessä ja toimintakyvyn alenemien parantamisessa kroonisesta epäspesifistä niskakivusta kärsivillä potilailla. Tutkimuksen yhteenvetona oli, että niska- ja hartiasuudun kohtuullisella tai korkealla intensiteetisellä spesifillä harjoittelulla voidaan alentaa kipua. Alentuneeseen niskakipuun liittyy myös alentunut herkkyys paineen aiheuttamalle kivulle niskalihaksissa. Intensiivinen säännöllinen harjoittelu johtaa niskalihasten vahvistumiseen ja liikelaajuuksien kasvuun, mitkä puolestaan parantavat toimintakykyä sekä vähentävät disabiili-teettia kroonisilla niskakipupotilailla. (Ylinen 2007, 130.)

Ylinen painottaa tutkimuksessaan harjoittelun intensiteetin ja useuden merkitystä: pitkäaikaisenkin intervention tulokset jäävät heikoiksi, jos harjoittelu ei toistu riittävän usein. Lähes kaikki kroonisesta epäspesifistä niskakivusta kärsivät potilaat hyötyvät harjoittelun intensiteetin nostamisesta. Jos potilas ei hyödy muutaman kerran viikossa matalalla intensiteetillä tehdystä harjoittelusta, tulisi harjoittelun useutta nostaa kolmeen kertaan viikossa sekä intensiteettiä lisätä. (Ylinen 2007, 128.)

Ylisen (2007, 120) mukaan kroonisilla niskakipupotilailla on heikommat niskalihakset kuin terveillä kontrolleilla. Vaikka ei ole pystytty selvittämään aiheuttaako heikkous kipua vai alentaako pitkään jatkunut kiputila voimatasoja, on heikkojen niskalihasten ja kipujen välillä selkeästi yhteys. Lisäksi useissa niskan spesifiä voimaharjoittelua tarkastelleissa seurantatutkimuksissa on havaittu lisääntyneen voiman olevan yhteydessä alentuneeseen kipuun. Vaikka tämä ei osoita suoraa kausaalisuhteita, tulokset kuitenkin kielivät sen puolesta, että harjoitusohjelmien tulisi painottaa niskalihasten voimaharjoittelua. Ylisen mukaan Takala (1994) ja Viljanen (2003) ovat molemmat tutkimuksissaan osoittaneet, että yleinen harjoittelu, ilman niskaa spesifistä harjoitettavia liikkeitä, ei lieventänyt kipua kontrolliryhmään verrattuna. (Ylinen 2007, 126.)

Intensiteetin ja useuden lisäksi Ylinen puhuu myös harjoittelun interventioiden riittävästä kestosta. Monilla harjoitteluinterventioissa välittömästi intervention jälkeen saavutetut hyödyt ovat hävinneet jälkimittaukseen mennessä. Ylisen mukaan tämä selittyy interventioiden liian lyhyellä 8-12 viikon kestolla, jossa ensimmäisen parin kuukauden aikana harjoittelu aiheuttaa lähinnä hermostollisia muutoksia ja pitkäkestoisempien, kudosten rakenteellisten muutosten aikaansaaminen, vaatii pitkäkestoisempaa yhtäjaksoista harjoittelua. Vastusharjoittelun on osoitettu lisäävän niskan voimaa ja liikelaajuuksia aikariippuvaisesti: pidempään kestäneellä harjoittelulla saavutetaan parempia tuloksia. (Ylinen 2007, 126.) Harjoittelun vaste on suurempi heikoissa lihaksissa ja heikompi vahvemmissa lihaksissa (Ylinen 2007, 128.)

Bertozzin ym. (2013) julkaiseman meta-analyysin tarkoituksena oli käydä läpi siihen asti tehdyt satunnaistetut vertailukokeet terapeuttisen harjoittelun vaikutuksista kipuun ja disabiiliiteettiin kroonisesta epäspesifistä niskakivusta kärsivillä potilailla ja muodostaa niiden perusteella yhteenveto sen hetkisestä ymmärryksestä aiheeseen. Terapeuttisella harjoittelulla oli meta-analyysin mukaan keskiverto ja merkittävä vaikutus kipuun lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä (0-1 kk ja 1-6 kk). (Bertozzi ym. 2013, 1028). Pidemmän aikavälin vaikutuksista ei voitu sanoa, koska ainoastaan yksi tutkimus tutki vaikutuksia 6 kuukauden jälkeen (Bertozzi ym. 2013, 1026). Tarkempaa analyysiä terapeuttisen harjoittelun tyypistä, useudesta, intensiteetistä tai kestosta Bertozzin tutkimusryhmä ei tehnyt tutkimusten rajallisen määrän vuoksi (Bertozzi ym. 2013, 1034).

Cheng, ym. (2015) keskittyivät kirjallisuuskatsauksessaan terapeuttisen harjoittelun pitkäaikaisen hyötyjen selvittämiseen kroonisesta epäspesifistä niskakivusta kärsivillä. Lyhytkestoinen niskalihasten harjoittelu tarjoaa välitöntä helpotusta kroonisille niskakivusta kärsiville kuntoutujille, mutta vaikutukset eivät kestäneet kauaa. Potilaiden kehittäessä pitkäkestoisia tapoja kotiharjoitteluun, potilaiden kehon rakenteet ja toimintakyky paranivat pitkäaikaisin seurauksin. (Cheng ym. 2015, 1275.) Cheng ym. artikkelin lähteinä harjoitteluun on käytetty Ylisen, Häkkisen, Nykäsen, Kautiaisen & Takalan (2007) tutkimusta, minkä takia annetut suositukset ovat hyvin samanlaiset Damgaardin (2013) kanssa. Ylisen ym. (2007) seurantatutkimuksessa oli selvinnyt, että potilaiden tulokset yhden vuoden ja kolmen vuoden seurannoissa eivät eronneet toisistaan. Lisähyötyjä ei siis oltu saavutettu, mutta saavutettuja hyötyjä ei myöskään oltu menetetty. (Ylisen ym. 2007, 168.)

Damgaard ym. (2013) tekivät systemaattisen kirjallisuuskatsauksen eri fysioterapeuttisten interventioiden näytönasteesta kroonisen niskakivun hoidossa. Ylisen ym. (2007) tutkimus oli ainoa alhaisen harhan riskin (low risk of bias) tutkimus, jossa onnistuttiin alentamaan kipua kroonisessa epäspesifisessä niskakivussa ja näin ollen näyttöä liikuntahoidon hyödyistä kroonisessa epäspesifisessä niskakivussa. Koska Ylisen tutkimus oli kategoriassaan ainoa alhaisen harhan riskin näyttöä antava tutkimus, ovat Damgaardin ym. (2013) liikuntahoitoa koskevat suositukset Ylisen (2007) suosituksia vastaavat.

McCaskey ym. (2014) tutkivat kirjallisuuskatsauksessaan proprioseptisen harjoittelun vaikutusta kipuun ja toimintakykyyn kroonisilla niska- ja alaselkäkipupotilailla. Aiheesta löytyi ainoastaan vähän hyvälaatuisia tutkimuksia, mutta McCaskeyn ym. mukaan proprioseptisten harjoitteiden lisäämisestä fysioterapiaan ei ole johdonmukaista hyötyä. (McCaskey ym. 2014, 1.) Monet proprioseptisiä elementtejä sisältäneet tutkimukset raportoivat jonkinasteisesta kivun alentumisesta, mutta tutkimusten metodologisista lähestymistavoista johtuen kausaliteettia ei voida muodostaa proprioseptiseen harjoitteluun. Kirjallisuuskatsaus ei voinut muodostaa yhteenvetoa useiden heikkolaatuisten tutkimusten ristiriitaisten tulosten vuoksi. (McCaskey ym. 2014, 15.)

Tutkimus	Useus ja kesto	Intensiteetti	Harjoitusmuoto
Cheng, CH. Su, Yen, Liu, & Cheng, HY: Long-term effects of therapeutic exercise on nonspecific chronic neck pain: a literature review. 2015.	Useus: 2-3 kertaa viikossa.  Kesto: -	Voimaharjoittelu: 80% maksimaalisesta tahdonalaisesta supistuksesta 15 kertaa.  3 sarjaa 10-12 toiston maksimeja.	Voima- ja kestävyys-harjoittelua.

McCaskey, Schuster-Amft, Wirth, Suica, & de Bruin: Effects of proprioceptive exercises on pain and function in chronic neck- and low back pain rehabilitation: a systematic literature review. 2014.	Useus: Ei tarkempia suosituksia.  Kesto: -	-	Proprioseptisten harjoitteiden lisäämisestä ei johdonmukaista hyötyä.
O'Riordan, Clifford, van de Ven & Nelson: Chronic neck pain and exercise interventions: frequency, intensity, time, and type principle. 2014.	Useus: 3 kertaa viikossa.  Kesto: 30-60 minuuttia kerrallaan.	Yksilöllisesti räätälöity potilaan lähtötason maksimaalisen tahdonalaisen supistuksen mukaan. Voimaharjoittelu 20-80% MVC. Kestävyysharjoittelu: painovoima.	Yhdistettyä voima- ja kestävyysharjoittelua ja niiden lisänä venyttelyä.
Bertozzi, Gardenghi, Turoni, Villafañe, Capra, Guccione & Pillastrini: Effect of therapeutic exercise on pain and disability in the management of chronic nonspecific neck pain: systematic review and meta-analysis of randomized trials. 2013.	Useus: Ei tarkempia suosituksia.  Kesto: -	-	Terapeuttinen harjoittelu.
Damgaard, Bartels, Ris, Christensen & Juul-Kristensen: Evidence of Physio-therapy Interventions for Patients with Chronic Neck Pain: A Systematic Review of Randomised Controlled Trials. 2013.	Useus: Ei tarkempia suosituksia  Kesto: -	-	Voima- ja kestävyysharjoittelu.
Ylinen: Physical exercises and functional rehabilitation for the management of chronic neck pain. 2007.	Useus: 3 kertaa viikossa tuo parhaat tulokset, 2 kertaa viikossa joillekin riittävä.	Korkea tai kohtuullinen intensiteetti.	Pitkäkestoista niskan ja kaulan sekä hartialihasten voimaharjoittelua.

	Kesto: Ei suosituksia		
--	-----------------------	--	--

Taulukko 2: Yhteenveto liikuntaharjoittelusta kroonisesta epäspesifistä niskakivusta kärsiville kuntoutujille

Yhteenvetona kroonisesta epäspesifistä niskakivusta kärsiville kuntoutujille voidaan lähteisiin perustuen suositella kivun lievittämiseen 2-3 kertaa viikossa suoritettavaa spesifiä kaularangan lihasten sekä ylävartalon voimaharjoittelua ja matalalla vastuksella toteutettavaa kaularangan koukistajien kestävyysharjoittelua. Painovoimaa vastuksena käytävä kestävyysharjoittelu voi parantaa kaularangan syvien lihasten toimintaa asennonhallinnassa, millä voi olla kipua lieventäviä vaikutuksia (O’Riordan ym. 2014, 782). Niskan ja kaulan lihasten spesifissä voimaharjoittelussa vastuksen tulisi olla yksilöllisesti kuntoutujan lähtötason mukaan määritetty, 80% maksimaalisesta tahdonalaisesta supistuksesta. (Cheng ym. 2015; O’Riordan ym. 2014; Ylinen 2007). Harjoittelun tulisi kestää yhtäjaksoisesti yli 12 viikkoa kudosten rakenteellisten muutosten aikaansaamiseksi. (Ylinen 2007, 126.)

## 5.2 Harjoitteet

Istuen kaularangan koukistajalihasten isometrinen voimaharjoittelu vastuskuminauhalla: 15 työntöä suoraan eteenpäin, oikealle ja vasemmalle etuviistoon. Kaularangan ojentajalihasten voimaharjoittelu vastaavasti työntämällä 15 kertaa suoraan taaksepäin. Kuormituksen tulisi olla vähintään 80%:ssa kaularangan lihasten maksimaalisesta tahdonalaisesta supistuksesta. (Ylinen ym. 2004) Liikkeet tehdään lantiosta taivuttamalla selkärangan pysyessä pystyssä. (Salo ym. 2012, 1972.)

Ylävartalon voimaharjoittelu: 15 toiston sarjoja yksilöllisesti määrättyllä vastuksella käsipainoilla, joilla kuntoutuja jaksaa tehdä 15 toistoa. Kuormitusta tulisi lisätä 1-2kg kerrallaan, jotta harjoittelu olisi progressiivista. Kuormituksen lisäyksen jälkeen toistojen määrä vähenee ja sen tulisi nousta harjoittelun myötä takaisin 15:ta ennen kuin kuormitusta lisätään uudelleen. (Ylinen ym. 2004.) Harjoitusliikkeitä ylävartalolle ovat erilaiset dynaamiset työntö, soutu, nosto ja vetoharjoitukset (Salo ym. 2012, 1973). Harjoitusliikkeet voivat esimerkiksi olla hartioiden nosto ja hartiapunnerrus seisten, yhden käden soutu liike eteenpäin nojautuneena toisen käden varaan sekä rintalihasliike ja takaaveto (pullover) selinmakuulla. (Ylinen ym. 2004.)

Kestävyysharjoitteita ovat painovoimaa vastaan selinmakuulla tehdyt päännostot sekä voimaharjoitteluun käytetyt ylävartalon harjoitusliikkeet pienemmällä vastuksella ja korkeammilla

toistomäärillä suoritettuna. Liikkeitä voi tehdä 20 toistoa kolmessa sarjassa 1-2 minuutin palautuksilla, 1-2 kilon kuormalla ylävartalon liikkeissä. (Ylinen ym. 2004.)

### 5.3 Harjoitteluun sitoutuminen

Ylinen korosti tutkimuksessaan ”Physical exercises and functional rehabilitation for the management of chronic neck pain” pitkäkestoisen harjoittelun merkitystä (Ylinen 2007, 126.), mutta kuinka saada potilas sitoutumaan harjoitteluun? Aikaisemmassa satunnaistetussa vertailukokeessaan ”Active neck muscle training in the treatment of chronic neck pain in women: a randomized controlled trial” osallistujille painotettiin jatkuvuuden tärkeyttä ja osallistujat täyttivät harjoittelupäiväkirjaa, jota käytiin läpi yhdessä terapeuttien kanssa välitapaamisten yhteydessä. Ylinen nostaa myös esille, kuinka intensiivisen harjoittelun aloittamiseen liittyy usein kipua, joka voi johtaa harjoittelun lopettamiseen heti alussa, jos potilaalla on vaikeuksia käsitellä kipuaan. Intensiivisen harjoittelun aloittamisen helpottamiseksi suositeltiin harjoittelun alussa tapahtuvan yhdessä saman fysioterapeutin kanssa. Fysioterapeutin tehtävänä on tällöin antaa neuvoja, ohjata liikkeissä, kertoa oireiden etiologiasta kipuja mahdollisesti aiheuttavien pelkojen ylitsepääsemiseksi, pyrkimyksenä vahvistaa potilaan käsitystä omahoidosta sekä hoitoon sitoutumista. (Ylinen ym.2003, 2515.)

Salo ym. (2012, 1976) havaitsivat kovemmissa niskakivuista kärsivien kuntoutujien harjoitteluun sitoutumisen pitkällä aikavälillä olevan hieman alhaisempi kuin lievemmistä kivuista ilmoittaneilla. Vakavista niskakivuista kärsivät potilaat saattavat tarvita enemmän tukea harjoituskerroilla, koska kivut saattavat voimistua harjoitusjakson alussa. Ilman riittävää tukea kuntoutuja saattaa harjoitella optimaalista alhaisemmalla intensiteetillä tai lopettaa harjoittelun kokonaan. Myös käypähoitosuosituksissa niskakipupotilasta rohkaistaan pysymään aktiivisena ja potilaita kehoitetaan jatkamaan päivittäisiä toimiaan kohtalaisesta kivusta huolimatta (Niskakipu: Käypä hoito -suositus 2017.)

Luetuissa tutkimuksissa ei otettu selkeästi kantaa siihen vaikuttaako suositellun harjoitteluajan kesto harjoitteluun sitoutumiseen. Lähimpänä tätä tietoa oli O’Riordanin ym. (2014) tutkimuksessa ollut maininta 30-45 minuutin keston olevan laajalti saavutettava.

## 6 Liikunta kivun lievittäjänä ja fysiologiset ilmiöt

Opinnäytetyön toisena tavoitteena oli hakea tietoa siitä, millä fysiologisilla mekanismeilla ja ilmiöillä selitetään liikunnan tuoma kivunlievitys. Miksi liikunta mahdollisesti lievittää kipua? Mitkä ovat tähän vaikuttavat fysiologiset mekanismit? Tässä kappaleessa käsitellään lii-



kunnan kivunlievitysmekanismeja fysiologiselta kannalta, eli haettiin selitystä sille, mihin liikunnan kipua lievittävä vaikutus mahdollisesti perustuu. Aiheen käsittelyä ei ole rajattu niskakipua koskevaksi, koska kirjallisuutta ja tutkimustietoa liikunnan kivunlievitysmekanismeista spesifisti kroonista epäsosiaalista niskakipua koskien on vähän, jos ollenkaan. Liikunnan kivunlievitysmekanismeja käsitellään kroonisen kivun kehittymisen ehkäisijänä, kroonisten kipujen helpottajana, sekä muidenkin kiputilojen helpottajana.

## 6.1 Kivun kokeminen, herkistyminen ja kroonistuminen

Sellaisia primaaria tuovia hermosoluja, jotka reagoivat vain kudosaauriota aiheuttavaan ärsykeeseen, kutsutaan nosiseptoreiksi. Nosiseptorit reagoivat ärsykeeseen joka voisi aiheuttaa kudosaaurion. (Kalso & Kontinen 2009, 77; Duodecim 2016, 866).

Nosiseptoreita kutsutaan myös kipuaistin reseptoreiksi, eli kipureseptoreiksi (Duodecim 2016, 866). Toisissa lähteissä painotetaan, ettei ole olemassa kipureseptoreita, vaan ”vaarareseptoreita” (*danger receptors*), joiden välittämä viesti tuottaa aivoissa suojelevan vasteen, minkä yksi muoto on kivun tunteminen (Moseley & Butler 2017, 3, 16). Nosiseptorit ovat enimmäkseen ohuita myeliinitupellisia A $\delta$ -sytitä tai myeliinitupettomia C-sytitä, ja riippuen tästä perifeerisen hermosyyn tyypistä, ne reagoivat kemialliseen, termaaliseen ja mekaaniseen ärsykeeseen (Kalso & Kontinen 2009, 78-79).

Kudosaauriota seuraava kipu saattaa pitkittyä ja sen seurauksena tapahtua hermosolujen herkistyminen kivulle ja muillekin ärsykeille (Kalso & Kontinen 2009, 80). Kun hermosolu on herkistynyt kivulle, eli sen kipuvaste on voimistunut ja kipu koetaan normaalia kovempaan, puhutaan hyperalgesiasta. Kun ärsyke, joka ei normaalisti aiheuttaisi kipua esim. sivellyn, koetaan kipuna, puhutaan allodynasiasta. (Kalso & Kontinen 2009, 80; Dobson ym. 2016; Duodecim 2016, 53, 420.)

Herkistyminen voi olla paikallista kudosaaurioalueella olevien nosiseptoreiden herkistymisen johdosta tai se voi syntyä keskushermoston tasolla. Paikallisessa herkistymisessä perifeeriset nosiseptorit herkistyvät ja laukeavat normaalia pienemmästä ärsytyksestä. Perifeerisen nosiseptorin herkistyminen voi tapahtua mm. tulehduksen seurauksena vapautuneiden tulehdusvälittäjäaineiden vaikutuksesta, esimerkiksi sitä kautta, että tiettyjen reseptorien, kuten bradykiinin B<sub>1</sub>-reseptorien, määrä lisääntyy nosiseptorissa. Herkistynyt nosiseptori saattaa laueta, eli antaa kiputunteen, sellaisesta kudosaaurioalueella tapahtuvasta kemiallisesta, mekaanisesta tai termaalisesta ärsytyksestä, johon ei liity kudosaaurion vaaraa. Herkistynyt nosiseptori saattaa laueta jopa ilman sensorista ärsykettä, vaikka paikallisen välittäjäaineen vaikutuksesta. Tämän tyyppinen herkistyminen on tavallista kudosaaurion jälkeen ja se kestää yleensä kudosaaurion paranemisen ajan. Toisinaan herkistyminen voi johtaa jopa pysyviin muutoksiin nosiseptorissa. (Kalso & Kontinen 2009, 80-82.)

Herkistyminen saattaa tapahtua myös keskushermoston tasolla, eli selkäytimessä tai aivoissa. Keskushermoston neuronit saattavat herkistyä esimerkiksi tiettyjen reseptoreiden määrän, reseptoreiden aktivaation tai niiden aktivaatioon vaikuttavien välittäjäaineiden muutosten kautta. Jos herkistyminen tapahtuu selkäytimen takasarven neuronissa, se laukeaa liian helposti perifeerisen nosiseptorin tuomasta nosiseptiivisestä viestistä. Tällöin puhutaan hyperalgesiasta. Keskushermoston neuronien herkistyminen voi näkyä myös allodyniana, jolloin keskushermostossa nosiseptiivisiä viestejä vastaanottava hermosolu voi lauetta jopa ei-nosiseptiivisestä viestistä ja välittää näin viestin erheellisesti eteenpäin kipuviestinä. Esimerkiksi kudovaurioalueen vieressä tapahtuva kutitus, eli normaalisti kivuton ärsytys, voi saada aikaan kipuvasteen. Myös keskushermoston tasolla tapahtuvat muutokset ja niiden aiheuttamat herkistymiset voivat jäädä pysyviksi. (Kalso & Kontinen 2009, 80-82)

Myös autonominen hermosto aktivoituu akuutissa kivussa, ja sen aktivaation pitkittyminen saattaa aiheuttaa herkistymistä ärsykeille (Kalso ym. 2009, 107, Moseley & Butler 2013, 84). Edellä esitettyjen kipuviestien voimistavien (eksitoivien) tapahtumien vastapainona on elimistössä useita kipuviestien vaimentavia (inhiboivia) järjestelmiä. Näiden järjestelmien välinen tasapaino ratkaisee, kuinka voimakkaana kipuviesti aistitaan (Kalso ym. 2009, 107).

Jatkuva kipuviesti, tai toistuva kivun ajattelu voi muodostaa lopulta uuden hermoverkon johtaen siihen, että pelkkä kivun ajattelu aiheuttaa kipuaistimuksen, vaikka varsinaista kipua laukaisevaa ärsykettä ei enää olisikaan (Kalso ym. 2009, 107). Krooninen kipu nähdään tänä päivänä keskushermoston sairautena (Borsook ym. 2011). Krooninen neuroopaattinen kipu johtuu virheellisistä toiminnoista jossain kohtaa kipuratoja, jotka alkavat nosiseptoreista ja kulkevat takajuuren ganglioiden kautta selkäyttimeen ja sieltä talamukseen ja lopulta aivokuorelle (Dobson ym. 2014). Krooninen kipu näkyy toiminnallisten muutosten lisäksi jopa rakenteellisina muutoksina aivoissa mm. ns. aivojen kipukanavissa (*pain pathways*) (Kawi ym. 2015).

Toiset kutsuvat aivoissa näkyviä rakenteellisia muutoksia kroonisen kivun keskushermostollisiksi biomarkkereiksi. Toisaalta on myös keskustelua siitä, mitkä muutokset aivoissa olisivat ns. virallisia biomarkkereita krooniselle kivulle. Tällaisten objektiivisten biomarkkereiden löytäminen on tärkeää, kun haetaan tieteellistä näyttöä kroonisen kivun hoitovasteelle, liikunnan, lääkkeen tai muun hoitotoimen avulla. (Borsook ym. 2011.)

## 6.2 Tutkimusnäyttö liikunnan vaikutuksista kipuun

Vaikka liikuntaa ja liikunnallista interventiota käytetään jo suuressa määrin monien sairauksien hoidossa terapeuttisena työkaluna, on liikunnan käyttö kivun lieventämisessä vielä melko

uutta. Vähäinen luotettavien tarkempien tutkimusten määrä haittaa vielä tänä päivänä mahdollisuuksia hyödyntää liikuntaa terapiamuotona neuropaattisen ja muiden kroonisten kiputilojen hoidossa. (Cooper ym. 2016.)

Tutkimustietoa löytyy kuitenkin tukemaan näkemystä, että liikunnalla on, liikunnan aikana ja heti sen jälkeen, kivun kokemista lievittävä vaikutus (Kami ym. 2016a, Cooper ym. 2016, Koltyn ym. 2014, Naugle ym. 2012, Koltyn 2002). Useat tutkimukset ovat pystyneet osoittamaan, että liikunnalla voidaan vähentää kivun tuntemusta, kipuherkkyyttä sekä nostaa kipukynnystä (Naugle ym. 2012, Koltyn 2002). Englannin kielessä on jopa oma termi tälle ilmiölle, exercise-induced hypoalgesia (EIH) (Naugle ym. 2012). Koltyn (2002) on käyttänyt termiä jo vuonna 2002. Säännöllisellä liikunnalla voidaan myös ehkäistä harjoittelun aiheuttamaa lihaskipua, ja lihaskivun kroonistumista (Cooper ym. 2016). Liikunta alentaa kivun kroonistumisen riskiä, ja toisaalta liikkumisen pelko ja paikallaan jääminen lisäävät kroonistumisen riskiä (Alaselkäkipu: Käypä hoito -suositus 2017). Liikunnalla saatetaan pystyä myös ehkäisemään hermovaurioiden ja -pinteiden aiheuttamaa yleistä kipuherkistymistä (Cooper ym. 2016; Kami ym. 2016a; Dobson ym. 2014).

Liikunta vaikuttaa terveillä aikuisilla akuutisti kipuherkkyyttä vähentävänä, mutta on epäselvyyttä, mihin kipumodaliteetteihin, eli kipuärsykkeisiin (mekaaninen, termaalinen, jne.) ja kivun muotoihin se vaikuttaa (Vaegter ym. 2017). Vaegter ym. (2017) tutkimuksessa submaksimaalisella isometrisellä harjoittelulla voitiin vaikuttaa lähinnä tylpän kivun sietoon, mutta ei kipukynnykseen. Cooper ym. katsauksen (2016) mukaan liikunnalla on suotuisa vaikutus sekä neuropaattiseen, että nosiseptiseen kipuun, vaikka näiden kiputyypin fysiologiset piirteet ovatkin erilaiset.

Tutkimuksissa on haettu näyttöä ja vertailtu eri liikuntamuotojen vaikutuksia kipuun. Sekä aerobinen liikunta, isometrinen voimaharjoittelu, että dynaaminen vastusharjoittelu on vähentänyt kivunkokemusta terveillä aikuisilla, ainakin lyhytaikaisesti (Naugle ym. 2012). Tarvitaan kuitenkin lisää tutkimustietoa liikuntamuotojen vaikutuksesta ja niiden optimaalisesta annostuksesta (aika ja intensiteetti) kipuherkkyyden vähentymisen aikaansaamiseksi (Naugle ym. 2012; Koltyn 2002). Suuntaa antavaa näyttöä on, että terveillä aikuisilla kipuherkkyyden vähentyminen tapahtui säännöllisimmin korkean intensiteetin liikunnan (vähintään 200W teholla) seurauksena, tai intensiteetillä, jossa käytetään happea 60-75% maksimihapenottokyvystä. Sellaisten tutkimusten, joissa liikunnan intensiteetti on määrätty maksimisykkeen perusteella, tulokset ovat olleet ristiriitaisia. (Koltyn 2002.)

Optimaalisimman liikuntatyyppin, liikunta-annoksen ja intensiteetin löytämisessä on haasteena myös jokaisen ihmisen yksilöllisyys. Liikunnan mielekkyydellä ja vapaaehtoisuudella saattaa olla vaikutusta siihen, kuinka se vaikuttaa kipuherkkyyteen tai kivun kokemiseen. Pakotettuna

liikunta saattaa aiheuttaa stressiä, mikä on taas itsessään kipua lisäävä tekijä. Hiiritutkimuksessa on nähty, että jopa vähäinen määrä liikuntaa vähensi kipuherkkyyttä, kunhan liikunta oli vapaaehtoista. (Pitcher ym. 2017.)

Toisaalta tulokset tutkimuksista, joissa liikunnan intensiteetin on voinut itse valita, ovat ristiriitaisia (Koltyn 2002). Myös psykososiaaliset muuttujat, kuten perheessä vallitseva tilanne, oma mieliala ja tilanteeseen liittyvä huoli tulevasta (*situational catastrophizing*), saattavat vaikuttaa liikunnan mahdollisuuteen lievittää kipua (Brellenthin ym. 2017).

Kroonisten kipupotilaiden kohdalla tutkimustulokset vaihtelevat, näyttöä on liikunnasta sekä kipua lieventävänä että kipua lisäävänä tekijänä (Naugle ym. 2012). Myös näytön laatua kroonisen kivun hoidossa liikunnan avulla on kritisoitu (Geneen ym. 2017; Nijs ym. 2012). Krooninen kipu aiheuttaa sekaannusta ja epätasapainoa kivun modulointijärjestelmässä. Tämä saattaa selittää sitä, miksi krooninen kipu ja siitä kärsivät reagoivat liikuntaan eri tavalla kuin terveet (Cooper ym. 2016; Miranda 2016, 134). Liikunnan positiiviset vaikutukset kipupotilailla ovat kiistattomia, mutta aina liikunta ei tuo helpotusta kipuun, ja joissain tutkimuksissa liikunta oli jopa pahentanut kipuherkistymistä (Cooper ym. 2016). Toisaalta tutkimuksissa on nähty kroonisilla kipupotilailla kivunsietokyvyn paranevan kunnan kohoamisen kanssa samansuuntaisesti, vaikka kipukynnyksessä ei ollut tapahtunut muutosta (Miranda 2016, 133). Tulosten vaihtelevuutta pystytään selittämään osittain eri kroonisten kiputilojen erilaisella reagoinnilla liikuntaan (Naugle ym. 2012).

Monet kroonista selkäkipua, olkapääkipua, lonkan tai polven nivelrikkoa, tai nivelreumaa sairastavat saavat säännöllisestä reippaasta liikunnasta kivunlievitystä, joka on samaa luokkaa kuin tulehduskipulääkkeiden teho (Miranda 2016, 134). Kroonisilla alaselkäkipupotilailla liikunta vaikutti kipuherkkyyttä vähentävästi yhtä paljon kuin terveillä (Naugle ym. 2012). Näyttöä liikunnan vaikutuksesta löytyy myös diabeettisten kipujen lievittäjänä (Cooper ym. 2016), perifeeristen hermovaurioiden aiheuttamissa neuropaattisissa kiputiloissa (Kami 2016a; Cooper ym. 2016), sekä selkäydinvammapotilailla lihaskipujen ja neuropaattisen kivun lievittäjänä (Dobson ym. 2014; Norrbrink 2012). Vaikka liikunnan kivunlievitysvaikutuksesta löytyy näyttöä perifeeristen hermovaurioiden aiheuttamissa kiputiloissa, oli joissain tutkimuksissa liikunta jopa pahentanut ischiashermon vauriosta kärsivien rottien kipuherkistymistä (Cooper ym. 2016).

Eniten ristiriitaista tutkimustietoa tuli vastaan liittyen liikunnan mahdollisuuksiin vähentää fibromyalgiaan liittyviä kipuja. Joidenkin fibromyalgiapotilaiden kohdalla yleinen kivun tuntemus lisääntyi liikunnan vaikutuksesta (Naugle ym. 2012; Nijs ym. 2012). Fibromyalgiapotilailla liikunta saattaa provosoida kipuja (Daenen ym. 2015). Tutkimuksissa tutkittiin kuitenkin liikunnan akuutteja vaikutuksia, ei pitkäaikaisvaikutuksia. Fibromyalgiaa koskien löytyy paljon

näyttää myös liikunnasta kivun lievittäjänä (Gerdle ym. 2016; Busch ym. 2013). Fibromyalgiapotilailla on nähty liikunnan saavan aikaan myös yleisen kipukynnyksen nousua (Ellingson ym. 2016).

Tutkimuksissa on käytetty eri liikunnan muotoja, mikä vaikuttaa myös tutkimustuloksiin. Kipukroonikoille hyvin sopivia liikuntamuotoja on useita. Erityisen suositeltavia ovat vedessä tapahtuvat liikuntamuodot, kuten vesijumppa, vesijuoksu ja uiminen. Kävely lievittää pitkäaikaisia kipuja ja sen vaikutus on parhaimmillaan kipulääkkeiden luokkaa. Alaselkävivun on osoitettu (näytönaste kohtalainen) helpottuvan pilateksen avulla, ja taiji lievittää kipuja erityisesti nivelrikkopotilailla. Fibromyalgiaa sairastavilla on saatu määrätietoisella lihasvoimia vahvistavalla harjoittelulla helpotettua kivun hyväksymistä, ja myös vähentynyttä fibromyalgiaan liittyviä kipuja. 5000 askeleen päivittäinen kävely on myös lisännyt fibromyalgiaa sairastavien kivunhallintaa. (Miranda 2016, 135-137.)

Tutkimustulosten vaihtelevuutta selittää myös liikunnan intensiteetin vaihtelu eri tutkimuksissa (Naugle ym. 2012). Fibromyalgiapotilaiden kohdalla yleinen kivun tuntemus jopa lisääntyi liikunnan vaikutuksesta, jos liikuntana oli nopeatempoista aerobista liikuntaa tai rankempaa kuin matalalla teholla tehtyä isometristä voimaharjoittelua. Fibromyalgiapotilaiden kipu lievittyi kevyellä tai keskinkertaisella intensiteetillä tehtynä (Naugle ym. 2012). Fibromyalgiaa sairastavan tulee aloittaa liikunta maltillisella annoksella, 10-15 minuttia vesijuoksua tai pilatesta voi olla tarpeeksi (Miranda 2016, 134). Muilla laaja-alaisen kroonisen kivun potilailla on saatu näyttöä, että harjoittelu kivuttomilla lihaksilla saattaa lyhytaikaisesti lievittää kipeiden lihasten kipua (Naugle ym. 2012).

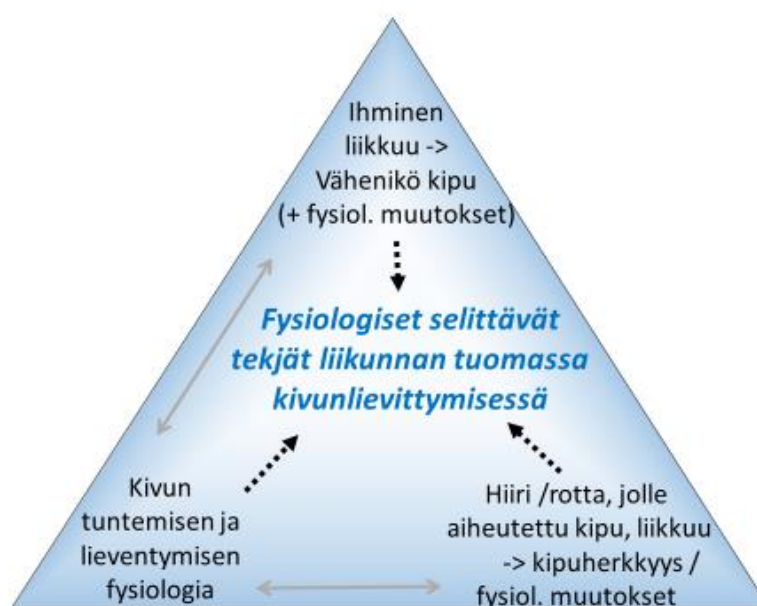
Käypä hoito -suositus, joka tarjoaa näyttöön perustuvaa tietoa, suosittelee pitkäaikaisista kivuista kärsiville liikkumista ja paikallaan olon välttämistä kivun kroonistumisen ehkäisemiseksi (Alaselkä: Käypä hoito -suositus, 2017). Liikunta voi myös korjata monella tapaa kroonisten kiputilojen yhteydessä tapahtuvaa kipuperkistymistä (Cooper ym. 2016). Kivun hoitamisella liikunnan avulla on muitakin hyviä puolia. Liikunnan on huomattu vähentävän stressiä ja masennusta, lisäävän toimintakykyä ja itsenäisyyttä, ja vähentävän kuolleisuutta (Sullivan ym. 2012; Sandström 2010, 294-296).

### 6.3 Kipu, liikunta ja kivunlievittyminen tutkimuskohteina

Opinnäytetyön toisena tavoitteena oli hakea tietoa, millä fysiologisilla mekanismeilla ja ilmiöillä selitetään liikunnan tuomaa kivunlievitystä. Miksi liikunta mahdollisesti lievittää kipua? Hyvin paljon tutkimuksissa ja interventioissa, joissa liikunnallista terapiaa käytetään kivun hoidossa, keskitytään lähinnä kivun lieventymisen todentamiseen, ei kivun lieventymisen takana vaikuttaviin ilmiöihin ja tekijöihin (Cooper ym. 2016). Syvällistä ymmärrystä siitä, minkä

vaikutusmekanismien kautta liikunta vaikuttaa kipuun, tarvitaan, jotta voitaisiin suunnitella ja käyttää liikuntaa kivun hoitomuotona (Naugle ym. 2012, Cooper ym. 2016).

Kivun fysiologiaan ja kivun kroonistumiseen johtavat fysiologiset muutokset tunnetaan suhteellisen hyvin (Butler & Moseley 2017). Tämä on usean liikunnan ja kivunlievittymisen välistä yhteyttä sekä taustalla vaikuttavia mekanismeja selvittävän tutkimuksen viitekehys. Kyseessä olevaa aihetta onkin lähestyttävä useasta eri katsantokannasta ja monesta eri tutkimusasetelmasta, ja jopa eri tutkimusalojen kautta. Se tekee alueesta haastavan ja mielenkiintoisen. Tutkimusasetelmissa aihetta lähestytään kolmesta eri suunnasta. Kolmion on tarkoitus kuvastaa myös tutkimustulosten tulkinnan ja yleistettävyyden haastetta.



Kuvio 5: Liikunnan kivunlievitysmekanismien tutkimusalueet riippuen lähestymistavasta ja tieteenalasta

Kolmiossa ylhäällä olevaa tutkimusaluetta, ilman fysiologisia vaikutuksia, tutkivat myös fysioterapeutit. Kun fysiologiset vaikutukset otetaan mukaan, ovat tutkimukset yleensä fysiologien, tai neurofysiologien tekemiä. Suurta osaa epäillyistä fysiologisista ja etenkin neurofysiologisista vaikutuksista olisi mahdotonta tai epäeettistä tutkia ihmisillä. Tämän vuoksi aihetta tutkittaessa tarvitaan kolmion oikea sakara. Hiirillä ja rotilla kipua sekä sen fysiologiaa tutkittaessa tutkimusasetelma on usein sellainen, että eläimelle aiheutetaan (esim. hermojuuripinnteellä) hyperalgesia, eli kohonnut kipuherkkyys, ja sen jälkeen tutkitaan liikunnan (esim. juoksupyörässä) vaikutuksia hyperalgesiaan tai liikunnan mahdollisuuksiin ehkäistä hyperalgesian muodostumisen. Fysiologisten vaikutusten selvittämiseksi tutkitaan samaan aikaan tapahtuvia fysiologisia muutoksia eläinten aivoissa, selkäytimessä, perifeerisissä hermoissa,

sekä esim. hormonitoiminnassa. Näissä tutkimusasetelmissä on yleensä etukäteen valittu jotkut muutamat fysiologiset ilmiöt tutkimuskohteeksi. Onnistuessaankin nämä tutkimukset ovat vain suuntaa antavia siitä, että sama ilmiö pätee ihmisten kohdalla. Eli kolmio kuvastaa myös sitä, miksi varmoja selittäviä tekijöitä on hyvin haastavaa nimetä kyseessä olevasta aiheesta.

#### 6.4 Fysiologiset ilmiöt liikuntavaikutusten taustalla

Tutkimukset osoittavat, että liikunta voi saada aikaan molekyylisiä ja solutason muutoksia tuovissa sensorisissa hermosoluissa, ja näyttöä on myös siitä, että liikunta voi vaikuttaa hyvinkin laajasti koko sensoriseen hermostoon. Tärkeä osa-alue kipututkimuksissa onkin liikunnan vaikutus perifeeriseen hermostoon ja keskushermostoon, kipuratojen hermosolujen välisen toiminnan, sekä hermosolujen molekyylisten ja solutason muutosten tutkiminen. Tätä puoltaa lisääntynyt ymmärrys siitä, että hermosto voi muovautua harjoittelun tuloksena. (Cooper ym. 2016). Liikunta vaikuttaa useisiin hermoston osiin, sekä ääreishermostossa, että keskushermostossa ja näiden vaikutusten perusteella voitaisiinkin olettaa, että liikunnan kipua lievittävä vaikutus syntyy useiden erilaisten kipuradoissa tapahtuvien solutason ja molekyylisten muutosten johdosta (Kami ym. 2017).

Nämä ilmiöt ja tekijät ovat kuitenkin vielä heikosti ymmärrettyjä ja jo olemassa oleva tutkimustieto jättää melko epäselvän kuvan vaikutusmekanismeista (Cooper ym. 2016). Tarkat vaikutusmekanismit eivät ole vielä tiedossa, mutta ehdotettuja ja epäiltyjä vaikutusmekanismeja on esitetty useita (Kami ym. 2016a; Naugle ym. 2012; Koltyn & Umeda 2006). Ilmiön kompleksisuutta kuvastaa se, että näyttö eri vaikutusmekanismeista on paikoitellen jopa ristiriitainen (Naugle ym. 2012). Vaikutusmekanismeista yleisimmin esitettyjä kuvataan alla lyhyesti.

##### 6.4.1 Endogeeniset opioidit eli opioidipeptidit

Ehkä kaiken yleisimmin esitetty vaikutusmekanismi liikunnan tuomassa kivunlievittämisessä on endogeeniset opioidit eli opioidipeptidit (Kami ym. 2017; Dobson ym. 2014; Naugle ym. 2012; Sandström 2010, 294; Ylinen 2007, 129-130). Opioidipeptidit ovat elimistössä esiintyviä peptidejä (esim. endorfiinit), jotka vaikuttavat keskushermoston opioidireseptoreihin (Terveyskirjasto: Opioidipeptidit). Näitä kutsutaankin myös neuropeptideiksi (Naugle ym. 2012). Endogeeninen opioidijärjestelmä kattaa ympäri kehoa esiintyviä hermosoluja, jotka tuottavat kolmea opioidia eli beta-endorfiiniä, enkefaliinia, sekä dynorfiinia, jotka vaikuttavat kuten opioidikipulääkkeet ja samojen opioidireseptorien välityksellä (Holden ym. 2005). Endorfiini on elimistössä syntyvää morfiinia (*endogenous morphine*) ja sitä esiintyy etenkin aivoissa, muualla hermostossa sekä aivolisäkkeessä ja sitoutumalla opioidireseptoreihin se vähentää kipuja

(Terveyskirjasto: Endorfiini). Teorian mukaan liikunta aktivoi opioidipeptidijärjestelmää vapauttamalla perifeerisesti ja sentraalisesti betaendorfiinejä, jotka vaikuttavat kivun kokemisen vähentymiseen. Tälle teorialle on saatu vahvistusta etenkin eläinkokeissa, mutta ihmisillä tutkittuna on tuloksissa esiintynyt ristiriitaisuuksia. (Naugle ym. 2012.)

#### 6.4.2 Endogeeniset kannabinoidit eli endokannabinoidit

Liikunnan aikaansaamaa kivunlievittymistä selitetään nykyään yhä enemmän endogeenisten kannabinoidien vaikutusten kautta (Crombie ym. 2017; Koltyn ym. 2014; Naugle ym. 2012, , Sandström 2010, 294). Sandström kutsuu endogeenisiä kannabinoideja ”aivojen omiksi marihuanayhdisteiksi” (Sandström 2010, 294). Juuri marihuanan vaikuttavien aineiden tutkimus johti aikoinaan kannabinoidireseptorien (CB1, CB2) ja kokonaisen uuden elimistön oman välittäjäaineryhmän, endokannabinoidien löytymiseen. Endokannabinoidit ovat bioaktiivisia lipidejä, monitydyttymättömien rasvahappojen, arakidonihapon, johdoksia. Anandamidi on ensimmäisenä löydetty ja eniten tutkittu endokannabinoidi. Muita endokannabinoidia ovat mm. 2-arakidonyyliglyseroli, virodhamiini, noladiinieetteri ja N-arakidonyylidopamiini. CB-reseptoreita on usealla alueella keskushermostossa, kuten aivokuoressa, hippokampuksessa, tyvitumakkeissa ja pikkuaivoissa, ja niiden aktiivisuus vaikuttaa mm. muistiin, kognitioon, kivun vähenemiseen, syömiskäyttäytymiseen ja motoriikkaan. Endokannabinoidit estävät hermosolujen toimintaa kannabinoidireseptorien välityksellä. (Savolainen ym. 2004.)

Endogeenisten kannabinoidien yhteydelle liikunnan tuomaan kivunlievittymiseen (*EIH*) löytyy näyttöä eläimillä tehdyistä tutkimuksista (Naugle ym. 2012). Ilmiötä on tutkittu ihmisilläkin ja näistäkin tutkimuksista on saatu vahvistusta endokannabinoidien roolista selittävänä tekijänä (Koltyn ym. 2012). Useat tutkijat ovatkin esittäneet, että ei-opioidiperäinen mekanismi (*nonopioid mechanism*), eli endogeeninen kannabinoidijärjestelmä, olisi päätekijä liikunnan antinosiseptisten hyötyjen aikaansaamisessa, ei niinkään endogeeniset opioidit (Crombie ym. 2017; Cooper ym. 2016).

#### 6.4.3 Hermokasvutekijä ja muut neurotrofiinit

Hermokasvutekijän (*nerve growth factor*, NGF) on esitetty olevan merkittävä tekijä kivun kokemisessa, koska se herkistää nosiseptoria (Kalso & Kontinen 2009, 81-83). Enimmäkseen kirjallisuudessa tuodaan esille, että hermokasvutekijän vähentyminen olisi selittävä tekijä liikunnan tuomassa kivun lievittämisessä (Cooper ym. 2016). Tästä löytyy myös vastakkaiseen tuloksen päätyneitä tutkimuksia.



Muilla neurotrofiineilla näyttäisi olevan myös rooli liikunnan tuomassa kivunlievittämisessä (EIH). Liikunnan tuomaan kivun lievitäytymiseen vaikuttavaksi tekijäksi esitetään muutoksia muiden neurotrofiinien, mm. BDNF ja GDNF ja NT-3, määrissä (Kami ym. 2017; Mannerkorpi ym. 2017; Dobson ym. 2014; Nugraha ym. 2012; Sandström 2010, 294). Myös näiden muiden neurotrofiinien kohdalla löytyy näyttöä molempiin suuntiin, eli että neurotrofiinien määrän lisääntyminen korreloi kipuherkkyyden vähentymisen kanssa, ja toisaalta niin, että neurotrofiinien määrän vähentyminen korreloi kipuherkkyyden vähentymisen kanssa, riippuen kehon osasta, jossa neurotrofiinien määrää tutkitaan, sekä kivun aiheuttajasta. Hermokasvutekijästä, muista neurotrofiineista ja niihin liittyvistä tutkimustuloksista kerrotaan tarkemmin kappaleessa 8.

#### 6.4.4 Hermoston välittäjäaineet eli neurotransmitterit

Neurotransmitterit ovat hermosolun synapsirakoon erittämiä välittäjäaineita. Näitä ovat mm. asetyylikoliini, noradrenaliini, adrenaliini, dopamiini, enkefaliinit, endorfiinit, sekä serotoniini. Ne vaikuttavat toisen hermosolun (tai lihas- tai rauhasolun) toimintaan, ja näin hermoimpulssin välittämiseen kemiallisesti solusta toiseen. (Lääketieteen termit: Neurotransmitteri, Välittäjäaine, Neurotransmissio; Terveyskirjasto: Neurotransmitteri). Neurotransmitterit vaikuttavat toisen hermosolun toimintaan joko kiihottavasti (*excitatory neurotransmitters*) tai estävästi (*inhibitory neurotransmitters*) (Terveyskirjasto: Neurotransmitteri; Neurogistics 2017). Inhiboivia neurotransmittereitä ovat mm. serotoniini ja GABA. GABA:a kutsutaan usein "luonnon omaksi VALIUM:in kaltaiseksi aineeksi". Dopamiini on sekä inhiboiva, että eksitatoriva. Eksitatorivia neurotransmittereitä ovat mm. noradrenaliini, adrenaliini ja histamiini (Neurogistics 2017). Hermoston välittäjäaineilla (esim. GABA, serotoniini ja noradrenaliini) on jo kauan tiedetty olevan rooli kivun aistimisessa ja kipuherkkyydessä. Nyt löytyy myös paljon tutkimuksia, joissa esitetään, että neurotransmittereiden määrissä tapahtuvat muutokset selittävät liikunnan aikaansaamaa kivunlievittymistä ja kivun kroonistumisen ehkäisyvaikutusta (Kami ym. 2017; Kami ym. 2016b; Naugle ym. 2012; Sandström 2010, 294).

#### 6.4.5 Immuunijärjestelmän tulehdusvälittäjäaineet

Tulehdusvälittäjäaineilla näyttäisi olevan rooli liikunnan tuomissa vasteissa kivun kokemiseen ja kipuherkkyyteen (Kami ym. 2017; Safakhah ym. 2017; Dobson ym. 2014). Tulehdusvälittäjäaineet (mm. sytokiinit, histamiini, bradykiniini ja serotoniini) ovat paikallisesti vaikuttavia aineita, jotka osaltaan aiheuttavat tulehduksen oireet (Terveyskirjasto: Tulehdusvälittäjäaine). Sytokiinit ovat monentyppisten solujen tuottamia, solujen välisinä viestiaineina toimivia proteiineja (Terveyskirjasto: Sytokiini).

Serotoniini mm. supistaa verisuonia, ehkäisee mahalaukun eritystä, ja kuten histamiinikin, stimuloi sileää lihasta sekä toimii myös neurotransmitterinä (Terveyskirjasto: Serotoniini, Histamiini). Tulehdusvälittäjäaineet (sytokiinit), voivat olla tulehdusta lisääviä (pro-inflammatory) tai tulehdusta vähentäviä (anti-inflammatory). Näillä tulehdusta vähentävillä tulehdusvälittäjäaineilla näyttäisi tutkimuksissa olevan korrelaatio kivun vähentymisen tai kivun kroonistumisen ehkäisyn kanssa. (Cooper ym. 2016.) Katso tulehdusvälittäjäaineiden ja liikunnan tuoman kivunlievittymisen yhteydestä enemmän kappaleesta 8.

#### 6.4.6 Autonominen hermosto ja endokriininen järjestelmä

Liikunnan aikaansaama autonomisen hermoston muuttuneen toiminnan normalisoituminen tai muutosten ehkäisy saattaa selittää liikunnan tuomaa kivunlievittymistä joissain tapauksissa (Sabharwal ym. 2016; Kulshreshtha ym. 2013). Eläinkokeissa on saatu viitteitä, että sairauksissa, joissa esiintyy kroonista lihaskipua, liikunta saattaisi ehkäistä näissä patologisissa tiloissa yleisiä autonomisen hermoston häiriöitä, ja siihen liittyvää kivunkehittymistä. Autonomisen hermoston häiriöitä tutkittiin mm. verenpaineen ja sydämen sykkeen vaihteluiden avulla, ja kroonista lihaskipua muistuttava tila aiheutettiin pistoksina. (Sabharwal ym. 2016.)

Yhtenä potentiaalisena vaikutusmekanismina, jonka kautta liikunta saattaa akuutisti vähentää kipuherkkyyttä tai vähentää kivun kokemista, on baroreseptorijärjestelmän aktivaatio (Koltyn & Umeda 2006) ja sydän- ja verisuonijärjestelmän vuorovaikutus kipujärjestelmän kanssa (Naugle ym. 2012; Koltyn & Umeda 2006). Tätä on selitetty sillä, että verenpaineen säätely ja kivun säätely- ja inhibointijärjestelmät käyttävät osittain samoja mekanismeja mm. aivorungon tumakkeet (*nuclei*), neurotransmitterit ja neuropeptidit. Tutkimuksissa on huomattu, että verenpaineen ja sykkeen kasvu korreloivat liikunnan aikaisen kipuherkkyyden vähentymisen kanssa, etenkin aerobisen ja isometrisen harjoittelun aikana. Liikunnan aikaisen verenpaineen ja kivun kokemisen yhteyttä on pystytty tutkimaan lähinnä epäsuorasti, joten todellisuudessa näiden välillä vaikuttavia mekanismeja ei tunneta kunnolla. (Naugle ym. 2012; Koltyn & Umeda 2006.) Näitäkin tutkimuksia on vähän ja tulokset ovat olleet moniselitteisiä (Naugle ym. 2012). Näin siitä huolimatta, että tätä hypoteesia on esitetty jo 1980-luvulla Zamir & Maixner (1986) toimesta.

Liikunnan tuomaa kivun lievittymistä saattaisi selittää myös kortisolin määrän muutos veressä (Ylinen 2007, 129-130). Ylinen (2007, 129-130) ei selitä tarkemmin tätä epäilemäänsä yhteyttä. Kortisolia kutsutaan usein ”stressikemikaaliksi” ja suojelee ihmistä vaaran uhatessa. Yleisestä kortisolitason vaikutuksesta kipuun on tutkimuksia. Kortisolitaso on yleensä ilta-aikaan alhaalla. Kroonisten tulehduskipupotilaiden kipukokemus lisääntyy usein ilta-aikaan ja tätä selitetään juuri kortisolitason laskulla. Toisaalta pidempiaikaisena kohonnut kortisolitaso voi aiheuttaa ongelmia. (Butler & Moseley 2013, 87.)

#### 6.4.7 Paikallinen aineenvaihdunnallinen muutos lihaksessa

Paikallisista lihaksen aineenvaihdunnallisista muutoksista ja niistä selittävänä tekijänä kivun kokemisen vähentymisessä kohdattiin useampia erilaisia teorioita aineistoa hakiessa. Teorian esitettiin lihasten aineenvaihdunnan muuttumista kataboliasta anaboliaan (Ylinen 2007, 129-130) ja fibromyalgiaa sairastavilla muutosta lihaksessa olevan glutamaatin ja pyruvaatin määrässä (Gerdle ym. 2016). Lisäksi on esitetty selittävänä tekijänä liikettä tuottaneen lihaksen entsyymeissä esiintyvän, glykokeenin synteesin säännöstelijänä toimivan, katalysaattorin aktivaation muuttuminen, mikä vaikuttaa myös mm. tulehdusvälittäjäaineiden vapautumiseen. Toisaalta liikunnan vaikutuksista kyseisen katalysaattorin pitoisuuksiin on ristiriitaistakin näyttöä, joten siitä ei edes yritetty tehdä johtopäätöksiä. (Dobson ym. 2014.)

Fibromyalgiapotilailla liikunnan tuoman kivunlievittymisen on arveltu liittyvän myös verisuonten laajenemiseen. Fibromyalgiapotilaiden laajoja kipuja on selitetty mm. paikallisen kudoksen hapen tai verenpuutteen aiheuttamaksi (*regional ischemia*). Liikunnan on nähty saavan aikaan verisuonten laajenemista ja fibromyalgiapotilailla tapahtuneen kivunlievittymisen on esitetty liittyvän mm. tähän ilmiöön. (Kulshreshtha ym. 2013.)

#### 6.4.8 Epigeneettiset muutokset

Epigeneettiset muutokset saattavat selittää liikunnan aikaansaamaa kivunlievittymistä (Cooper ym. 2016, Kami ym. 2016, Zhi Zhang ym. 2011). Epigeneesi on geeniaktiivisuuden säätelyä ilman geneettisten rakenteiden muutoksia (Lääketieteen sanakirja: Epigeneesi). Epigeneettisellä muutoksella tarkoitetaan, että kyseisen solun tietyn geenin aktiivisuuden säätelyssä tapahtuu muutos ilman geneettisen rakenteen muutosta. Esimerkiksi selkäytimen takasarven tietynlaisen mikroglia-solun tietyn geenin aktiivisuudessa tapahtui muutos, joka sai aikaan sen, että asetyyliryhmä liittyi kyseisen solun tiettyyn valkuaisaineeseen. Tämän arveltiin olevan liikunnan tuoman kivunlievittymisen (EIH) taustalla vaikuttava mekanismi. (Kami ym. 2016a.)

#### 6.4.9 NMDA-reseptoreissa tapahtuvat muutokset

NMDA-reseptoreiden aktivaation muutos saattaa olla yksi selittävä tekijä liikunnan tuomassa kivunlievittymisessä (Lima ym. 2017, Cooper ym. 2016, Sluka ym. 2012). NMDA (N-metyyli-D-aspartaatti) on eräs glutamaattia muistuttava keskushermoston välittäjäaine (Lääketieteen termit). NMDA-reseptoreiden toiminta vaikuttaa tuntoaistimusten modulaatioon ja kokemiseen (Cooper ym. 2016). NMDA:n roolista liikunnan tuoman kivunlievittymisen (EIH) tekijänä tuli aineistoa kerätessä vastaan hieman ristiriitaista tutkimustietoa. Kappaleessa 8 on kuvattu tarkemmin NMDA:n roolia kivun kokemisessa ja myös näitä tutkimuksissa esitettyjä ristiriitaisiakin hypoteeseja sen roolista liikunnan tuomassa kivunlievittymisessä.

#### 6.4.10 Kipua välittävien hermojen inhiboituminen

Yksi esitetty teoria ja tutkimusalue perustuu ajatukseen, että liikunnan aktivoimissa sellaisia hermosoluja, jotka tuovat viestejä lihaksen toiminnasta ja nivelen asennoista selkäyttimeen, se samalla inhiboisi sellaisia hermosoluja, jotka tuovat selkäyttimeen kipuna tulkittavia viestejä (Cooper ym. 2016; Naugle ym. 2012; Ylinen 2007, 129-130). Tälläkin alueella löytyy ristiriitaista tutkimustietoa (Naugle ym. 2012). Valitettavasti Naugle ym. (2012) eivät tuoneet tarkemmin esille ristiriitaisuuksia, joihin viittaavat.

#### 6.4.11 Selityksiä tutkimustulosten ristiriitaisuuksille

Edellä esiteltyjen liikunnan tuoman kivunlievittymisen selittävien tekijöiden lisäksi on teki-  
jöiksi esitetty myös mm. seuraavia:

- antioksidanttisen kapasiteetin lisääntyminen eli oksidatiivisen stressin vähentyminen (Safakhah ym. 2017),
- gliasoluissa tapahtuva muutos (Dobson ym. 2014),
- proteiinisynteesin lisääntyminen (Ylinen 2007, 129-130),
- kapillaarien määrän nousu (Ylinen 2007, 129-130),
- Na<sup>+</sup>- ja K<sup>+</sup>-pumppujen pitoisuuksien nousu (Ylinen 2007, 129-130),
- aivojen plastisiteetti; kipupotilas oppii, että kipu ei ole haitallista (Ylinen 2007, 129-130), ja
- hermostollisen käskytyksen kehittyminen ja sen seurauksena liikehallinnan kehittyminen ja liikeratojen normalisoituminen (Ylinen 2007, 129-130).

Ylinen (2007, 129-130) tuo esille yllä mainittuja vaikutusmekanismeja krooniseen niskakipuun liittyvässä tutkimuksessaan, mutta perustaa tietonsa muiden tekemiin tutkimuksiin.

Tutkimuksissa fysiologisista tekijöistä liittyen liikunnan mielihyvää tuovaan vaikutukseen puhutaan hyvin paljon samoista fysiologista ilmiöistä kuin kivun lieventymisessä. Liikunnan mielihyvää tuovien vaikutusten tekijöinä esitetään välittäjäaineet, beetaendorfiini, hermoskavutekijöiden aktivoima neurogeneesi (eli uusien hermosolujen syntyminen hippokampukseen, jolloin se pystyy paremmin lievittämään negatiivisia tunnetiloja), pienentynyt hapetusstressi (jolloin hermosoluja ei enää surkastu hippokampuksesta), hiussuonituksen lisääntyminen ja verenkierron tehostuminen positiivisia tunteita tuottavilla aivoalueilla, sekä proteasomien aktivoituminen (jolloin aivoista poistetaan niiden toimintaa häiritseviä yhdisteitä) (Sandström 2010, 294-296).

Edellä on myös joitain tutkimustuloksissa esiin tulleita ristiriitaisuuksia. Liikunnan vaikutus etenkin sytokiineihin, BDNF:ään, gliasoluihin ja GSK-3:een ei ole millään tavalla selkeä, ja

etenkin lihaksessa tapahtuvissa GSK-3 aktivaation muutoksissa näyttö on ristiriitaista (Dobson ym. 2014). Näistä ilmiöistä tarkemmin kappaleessa 8. Katsaukset (Cooper ym. 2016; Dobson ym. 2014; Naugle ym. 2012) painottavat, että jatkotutkimuksia tarvitaan yhä, sekä vaikutusmekanismeista, että kivun lievittymisestä. Jatkotutkimuksissa olisi tärkeää käyttää aina kontrolliryhmäasetelmaa, sekä tutkimuksen reliabiliteetin varmistamista. Ristiriitaiset näytöt vaikutusmekanismeista tukevat toisaalta sellaista ajatusta, että liikunnan tuoma kivunlievittyminen (EIH) olisi useamman eri tekijän yhteisvaikutuksen aikaansaamaa. (Naugle ym. 2012.)

Tutkimustulosten ristiriitaisuuksia saattaa selittää myös se, että kivunlievittymisen mekanismit vaihtelevat kyseessä olevan kipusyndrooman mukaan (Cooper ym. 2016). Fibromyalgiapopulailla on todettu olevan vähemmän tiettyjen aivoalueiden välistä aktivaatiota, mutta liikunnan vaikutuksesta näiden aivoalueiden välinen aktivaatio lisääntyi, jonka seurauksena aivoissa tapahtuva kipuviestien inhibointi vahvistui, ja tämä näkyi yleisen kipukynnyksen nousuna (Ellingson ym. 2016). Lisäksi tämä näytti olevan selittävä tekijä kivun lievittymiselle (Ellingson ym. 2016). Diabetes-kivussa vaikuttava tekijä saattaa olla metabolisten häiriöiden lieventyminen, kun taas hermovaurioihin liittyvissä kivuissa kivun lieventyminen saattaa liittyä muutokseen paikallisessa tulehdustilassa ja geenien ilmentymisessä (Cooper ym. 2016).

Kivunlievittymisen mekanismit, ja näin tutkimusten tulokset, saattavat vaihdella myös muiden tekijöiden mukaan. Lähinnä eläimillä tehdyissä tutkimuksissa on pystytty osoittamaan, että mm. liikunnan kesto ja intensiteetin vaihtelevuus vs. pysyvyys saattavat vaikuttaa siihen, mikä kivun lievittymiseen vaikuttava fysiologinen mekanismi aktivoituu. (Naugle ym. 2012.)

Hyvin karkeasti yksinkertaistettuna yleisimmin esitetyt vaikutusmekanismit voisi kuvata seuraavasti (Taulukko 3). Jaottelu ei tarkoita, etteivät nämä voisi vaikuttaa toisiinsa ja yhdessä.

Hermostolliset muutokset	Viestejä inhiboivien hermoston- ja tulehdusvälittäjäaineiden ja reseptoreiden lisääntyminen.
	Viestejä eksitativien eli viestien välittymistä herkistävien välittäjäaineiden ja reseptoreiden määrän vähentyminen.
	Toisaalta hermoston kasvutekijöiden määrän lisääntyminen, hermovaurioiden korjaantumisen nopeuttajana.
	Muutokset solutasolla solujen geenien aktivaatiossa.
	Muutokset autonomisen hermoston toiminnassa
Endokriiniset / metaboliset muutokset	Muutokset hormonitoiminnassa, plasman hormonipitoisuuksissa.
	Muutokset lihaksen aineenvaihdunnassa.

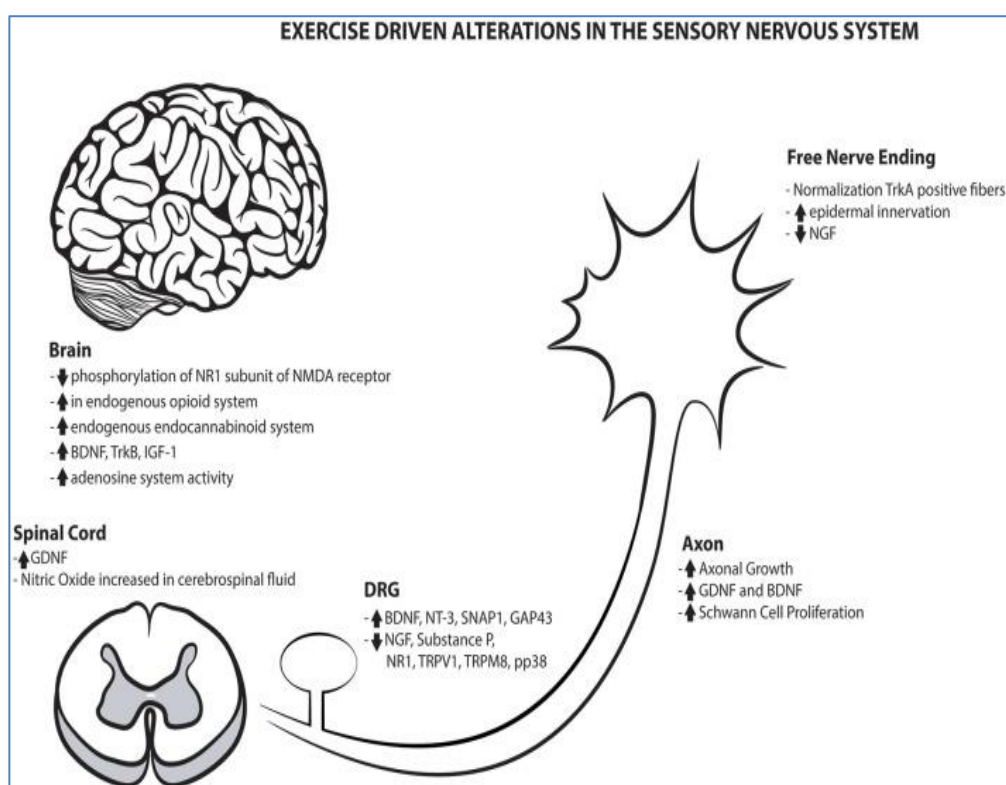
Taulukko 3: Yksinkertaistettu esitys yleisimmin esitetyistä liikunnan tuoman kivunlievittymisen vaikutusmekanismeista.

Seuraavassa kappaleessa on kerrottu lisää ja yksityiskohtaisemmin mahdollista tekijöistä liikunnan tuoman kivunlievittymisen (EIH) taustalla.

## 7 Yksityiskohtaista tutkimustietoa fysiologisista vaikutusmekanismeista

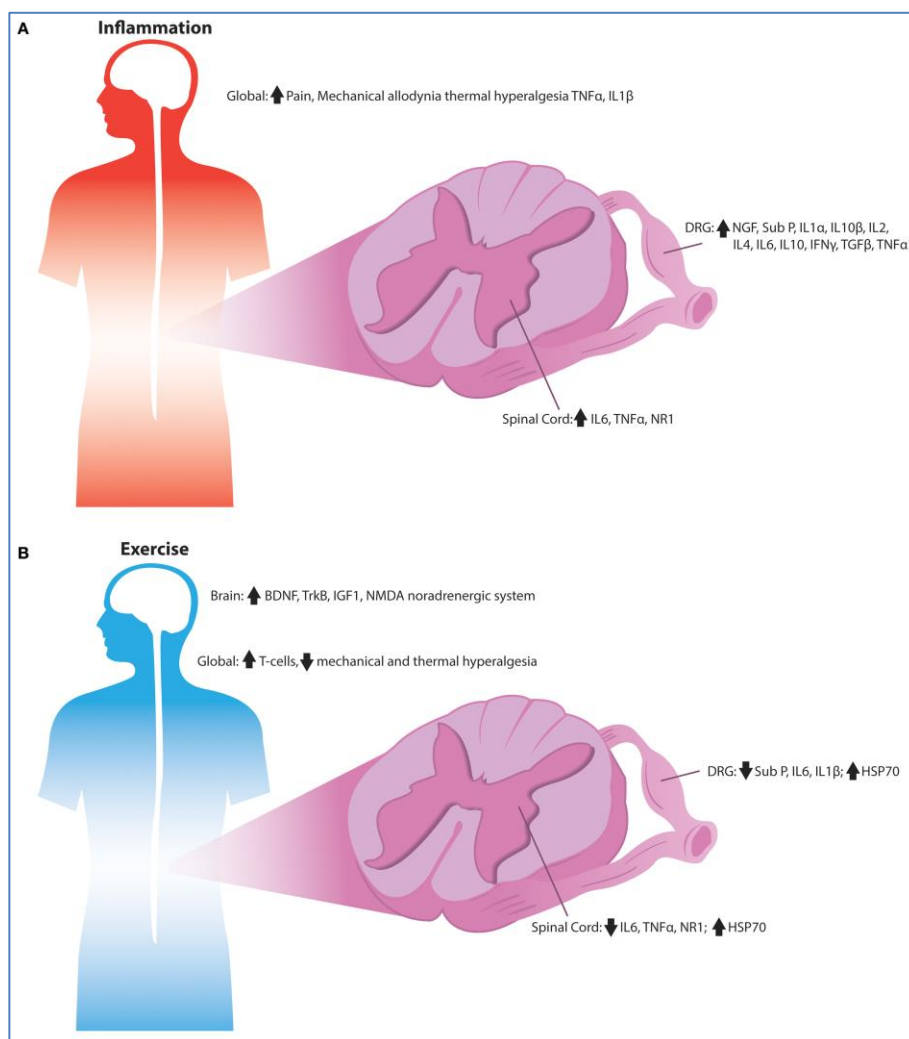
Tämä kappale tarjoaa tietoa sellaisille lukijoille, jotka haluavat vielä syventää tietämystään liittyen liikunnan tuomaan kivunlievittymiseen ja tehtyihin tutkimuksiin ja niiden tarjoamiin tuloksiin, jotka ovat välillä ristiriitaisiakin. Kappaleen teksti on raskaslukuista, koska se sisältää fysiologista ja neurofysiologista terminologiaa. Terminologian tai tekstin yksinkertaistaminen vaarantaisi tekstin oikeellisuuden.

Cooper ym. (2016) kokoavat katsauksensa löydöksiä alla olevassa kuviossa (Kuvio 6.)



Kuvio 6: Liikunnan vaikutukset sensoriseen hermostoon (Cooper ym. 2016)

Toinen Cooper ym. (2016) katsauksessa käytetty kuvio (Kuvio 7) on alunperin Gleeson ym. (2011) artikkelista, jossa he tutkivat liikunnan vaikutusta tulehdusvälittäjäaineisiin.



Kuvio 7: Liikunnan vaikutukset tulehdusvälittäjäaineisiin (Gleeson ym. 2011)

Muun muassa kuvissa esitettyjä ilmiöitä tuodaan esille tarkemmin tässä kappaleessa, jossa vaikutusmekanismit esitellään jaoteltuna hermoston osien mukaan, eli vaikutuksiin aivoissa, selkäytimessä, takajuuren ganglioissa, tuntoaistimuksia tuovien hermosolujen tuojahaarakkeissa eli aksoneissa, sekä vapaissa hermopäätteissä.

### 7.1 Vaikutukset perifeerisissä vapaissa hermopäätteissä

Liikunnan aikaansaamat kipua lievittävät vaikutukset vapaissa hermopäätteissä saattavat liittyä tutkimusten mukaan myös seuraaviin ilmiöihin.

Hermokasvutekijän (NGF, *Nerve Growth Factor*) määrän vähentyminen saattaa selittää liikunnan tuomaa kivun lievittymistä (Cooper ym. 2016). Hermokasvutekijä (NGF) herkistää oman reseptorinsa kautta nosiseptoria, sen määrän vähentyminen hermopäätteissä vähentää nosiseptorin aktivoitumista, eli kipuviestin laukeamista (Kalso & Kontinen 2009, 81-83).

Muutokset tulehdusvälittäjäaineiden (tiettyjen sytokiinien) määrissä on esitetty mekanismiksi liikunnan tuomassa kivun lievittämisessä (Cooper ym. 2016). Immuuni- ja hermojärjestelmä ovat kytköksissä immuunisolujen, gliasolujen ja hermosolujen välityksellä. Nämä koordinoivat immuunivasteita ja kipuratojen eksitatioitumista. Liikunnan aikaansaama vähentyminen tulehdusreaktiota vahvistavien sytokiinien määrässä ja lisääntyminen tulehdusta vähentävien sytokiinien määrässä ei tapahdu heti liikunnan jälkeen vaan pidemmällä aikavälillä säännöllisen liikunnan vaikutuksesta. Lihassolun supistuminen saa aikaan IL-6 proteiinin (tulehdusta lisäävä sytokiini) vapautumisen, mikä taasen pidemmällä vaikutuksella saa aikaan tulehdusta lisäävien sytokiinien kuten TNF- $\alpha$  vähentymisen. TNF- $\alpha$  proteiinin oletetaan olevan yksi päätekijä kivun perifeerisessä ja sentraalisessa välittämisessä. (Cooper ym. 2016.)

Tulehdusta lisäävät tulehdusvälittäjäaineet herkistävät nosiseptoreita ja voivat jopa suoraan aktivoida niitä (Kalso & Kontinen 2009, 80). Nosiseptoreiden herkkyuden lisääntymisen lisäksi tulehdusta lisäävät sytokiinit lisäävät kipua myös seuraavien mekanismien kautta: mikroglia-solujen aktivoituminen, vaikutus syöjäsoluihin, Swannin solujen ja aksorien vaurioituminen, laukeamisherkkyuden lisääntyminen takajuuren ganglioiden hermosoluissa ja hyperaktiivisuus takasarven hermosoluissa. Tulehdusta lisäävät tulehdusvälittäjäaineet vaikuttavat suoraan kipua lisäävästi, tai välillistä kautta. Välillistä vaikutusta tapahtuu esim. edellä mainitun mikroglia-solujen aktivoitumisen kautta. Mikroglia-solut ovat yleensä melko passiivisessa tilassa, mutta aktivoituttuaan, esim. perifeerisen hermon vaurion seurauksena, saavat aikaan negatiivista kierrettä: vapauttamalla lisää tulehdusta lisääviä tulehdusvälittäjäaineita (TNF $\alpha$ , IL1 $\beta$  ja IL6), vapauttamalla aivoperäistä hermokasvutekijää (BDNF), sekä aktivoimalla selkäytimen astrozyyttejä eli tietynlaisia gliasoluja. Sekä aivoperäinen hermokasvutekijä (BDNF), että astrozytit saavat yhä aikaan useita kivulle herkistäviä reaktioita. Mikrogliaista vapautunut BDNF aiheuttaa itsessään hyperalgesiaa ja allodyniaa herkistämällä ja muuttamalla nosiseptoreiden toimintaa ja vähentämällä kipuviestien inhiboitumista. Astrozytit, kuten mikroglia, vapauttavat aivoperäistä hermokasvutekijää (BDNF) ja tulehdusta lisääviä tulehdusvälittäjäaineita, mutta vielä pidempiaikaisesti, koska astrozyttien aktivaatio kestää pidempään. (Dobson ym. 2014.) Vielä vajaa 10 vuotta sitten gliasoluista on kirjoitettu (Kalso & Kontinen 2009, 81), että gliasolujen roolia perifeeristen nosiseptoreiden säätelyssä ei vielä tunneta.

Liikunnan tuoman kivun lievittymisen taustalla saattaa olla myös TrkA-positiivisten hermosyiden määrän vähentyminen. Säännöllinen liikunta voi saada aikaan ns. fenotyypisiä muutoksia, joissa TrkA-positiivisten hermosyiden määrä normalisoitui (tässä tapauksessa väheni), ja jonka seurauksena kipukynnys normalisoitui, jos kivun tuntemus oli herkistynyt (Cooper ym. 2016). TrkA on hermokasvutekijän (NGF) reseptori perifeerisissä nosiseptoreissa, eli TrkA reseptorit edesauttavat kipuviestien laukeamista (Kalso & Kontinen 2009, 81). TrkA on yksi Trk-ryhmän reseptoreista (Tropomyosin-receptor-kinase), jotka kuuluvat kasvutekijäreseptoreiden



perheeseen, ja kontrolloivat hermosolujen välisen (synaptisen) yhteyden voimakkuutta ja hermojärjestelmän muovautuvuutta eli plastisuutta (Stoleru ym. 2013).

Diabetes- ja metabolisen oireyhtymän potilailla, sekä kemoterapiahoitoja läpikäyvillä syöpäpotilailla on huomattu liikunnan tuoman kivun lievittymisen yhteydessä epidermiksen (orvaskesi) hermotuksen normalisoituminen ja hermovaurioiden ehkäistyminen. Näitä onkin esitetty kyseisissä tilanteissa liikunnan tuoman kivun lievittymisen taustatekijöiksi (Cooper ym. 2016). Kemoterapiahoitojen yhteydessä tapahtuu hermosolujen myrkyttymistä, siitä aiheutuvaa aksonien rappautumista ja hermokipuja. Liikunta saa aikaan anti-toksista vaikutusta, ja tällä selitetään liikunnan aikaansaamaa kivun lievittymistä, tai kivun ehkäistymistä. (Park ym. 2015.)

Tulehdustilojen yhteydessä on esitetty, että T-solujen ja kuumashokkiproteiinien määrän lisääntyminen selittäisi liikunnan tuomaa kivunlievittymistä. Tätä on selitetty sillä, että edellä mainittujen määrän lisääntyminen vähentää tulehdustiloihin liittyvää mekaanisen kosketuksen ja lämmön yliherkkyyttä (Cooper ym. 2016). Liikunnan on osoitettu lisäävän T-solujen määrää. T-solut ovat valkosoluja, joita kutsutaan myös T-lymfosyyteiksi. Ne tuotetaan lähinnä kaateenkorvassa (*thymus*), mistä niiden nimikin. Niillä on kriittinen rooli elimistön immuunipuolustuksessa. (Moseley & Butler 2017, 55.)

## 7.2 Vaikutukset tuovissa hermosoluissa tai näiden ympäristössä

Vedessä tapahtuvan liikunnan aikana veden paine aiheuttaa ihonalaisten hermosäikeiden aktivoitumisen (Miranda 2016, 136). Liikunta saa aikaan myös niiden hermosolujen, jotka tuovat viestejä lihaksesta selkäyttimeen, aktivoitumista (Cooper ym. 2016). Ohuiden nosiseptiivisiä viestejä tuovien hermosolujen toiminta vähenee liikunnan aktivoituneissa paksumpia hermosoluja, jotka tuovat viestejä lihaksesta, lihaksen toiminnasta, lihasvenytyksestä, nivelten asennosta jne. (Ylinen 2007, 129-130).

Liikunnan yhteydessä tapahtuu myös ns. EPR-ilmiö (*exercise pressor reflex*), eli liikunnan aikaansaama sykkeen nousu. EPR-hermorata risteää tunnettujen kipuhemoratojen kanssa ja saattaa olla myös yksi kanava siihen, miten liikunta vaikuttaa positiivisesti kiputiloihin. (Cooper ym. 2016.)

Liikunnan aikaansaama neurotrofiinien, aivoperäisen hermokasvutekijän (*brain-derived neurotrophic factor*, BDNF) ja gliasoluperäisen hermokasvutekijän (*glial cell-derived neurotrophic factor*, GDNF) määrän lisääntyminen edistää vahingoittuneiden hermosolujen korjaantumista (Cooper ym. 2016; Dobson ym. 2014). Liikunnan lisäämällä aivoperäisellä hermoston kasvutekijällä (BDNF) on merkittävä rooli vaurioituneiden perifeeristen aksonien uudelleenkasvussa, ainakin koskien motorisia hermosoluja (Dobson ym. 2014).

Liikunnan aikaansaama hermokasvutekijän (NGF) ja aivoperäisen hermokasvutekijän (BDNF) määrän vähentyminen sensorisissa hermosoluissa, lähellä hermovaurion kärsinyttä hermoa, saattaa olla selittävä tekijä kivun kroonistumisen ehkäistymisessä. Normaalisti perifeerinen hermovaurio saa aikaan vaurioalueen lähellä olevien nosiseptoreiden haaroittumista, joka puolestaan aiheuttaa herkistymistä ja voi johtaa neuropaattiseen kipuun. Tässä esitettiin vaikutusmekanismina, että liikunta ehkäisi tätä nosiseptoreiden haaroittumista ja neuropaattista kipua. (López-Álvarez 2015.)

Liikunta saa aikaan kiihtymistä Swannin solujen kasvussa ja lisääntymisessä. Vahingoittunut hermosolun myeliinituppi korjaantuu näin nopeammin. Tämä saattaa vaikuttaa myös edellä mainittuun aksonin korjaantumisen kiihtymiseen. (Cooper ym. 2016.)

Tulehdusvälittäjäaineiden (ainakin TNF $\alpha$ , interleukin 1 beta eli IL1-B ) vähentymisellä selitetään liikunnan tuomaa kivun lievittymistä. TNF- $\alpha$  ja IL1- B ovat tulehdusreaktiota aktivoivia tulehdusvälittäjäaineita ja TNF- $\alpha$  proteiinin oletetaan olevan yksi päätekijä kivun välittymisessä. (Cooper ym. 2016.) Tulehdusta lisäävät tulehdusvälittäjäaineet herkistävät nosiseptoreita ja voivat jopa suoraan aktivoida niitä (Kalso & Kontinen 2009, 80).

Aineenvaihdunnallinen muutos lihaksessa voi joskus selittää liikunnan tuomaa kivunlievittymistä. Fibromyalgiapotilailla liikunnan tuoman kivun lievittymisen ja glutamaatin sekä pyruvaatin määrän vähentymisellä lihaksessa oli selvä korrelaatio. Koska glutamaatin on osoitettu olevan kroonisen kivun tekijä, on varsinkin glutamaatin vähentymisen yhteyttä kivun lievittymiseen pidetty selvänä. (Gerdle ym. 2016.) Myös lihasten aineenvaihdunnan muuttumista kataboliasta anaboliaan on esitetty liikunnan kipua lievittäväksi tekijäksi (Ylinen 2007, 129-130).

Mahdollinen vaikuttava tekijä kivun lieventymisessä on oksidatiivisen stressin vähentyminen eli seerumin antioksidanttisen kapasiteetin lisääntyminen (Safakhah ym. 2017). Antioksidantit suojaavat soluja vapailta radikaaleilta. Oksidatiivinen stressi on todennäköisesti merkittävä tekijä diabetekseen liittyvän neuropatian ja sen seurauksena syntyvän neuropaattisen kivun kehittymisessä. (Dobson ym. 2014.)

### 7.3 Vaikutukset takajuuren ganglioissa

Liikunta sai aikaan tiettyjen hermokasvutekijöiden eli neurotrofiinien (BDNF, NGF, NT-3, SNAP1, GAP43) lisääntymisen takajuuren sensorisissa ganglioissa (Cooper ym. 2016). Primaaristen tuovien hermosyiden soluruumiit ovat takajuuriganqliossa (Kalso & Kontinen 2009, 77). Tämän liikunnan aikaansaaman neurotrofiinien lisääntymisen arveltiin stimuloivan vahingoit-

tuneiden aksonien uudelleenkasvua hermovauriutilanteissa. Tälle on saatu vahvistavaa näyttöä myös eläinkokeissa. (Cooper ym. 2016.) Ainakin aivoperäisellä hermoston kasvutekijällä (BDNF) on merkittävä rooli vaurioituneiden perifeeristen aksonien uudelleenkasvussa. Toisaalta on myös esitetty, että liikunta sai aikaan BDNF:n lisääntymistä motorisissa hermosoluissa, mutta ei sensorisissa. Tutkimustuloksissa esiintyy ristiriitaisuuksia, joita ei pystytä täysin selittämään. (Dobson ym. 2014.)

Liikunta vähensi samaan aikaan neurotrofiinien (BDNF ja NGF) määrää takajuuren gangliossa ja kipuherkkyyttä ääreishermovaurioisilla rotilla. Tätä korrelaatiota kivun vähentymiseen selitetään BDNF:n ja NGF:n vähentymisen aikaansaavalla, hermosoluvauriotapauksissa tapahtuvan, hermosäikeiden haarottumisen estymisellä. Ristiriitaisuutta selitetään sillä, että neurotrofiinit (mm. BDNF) ovat tärkeä tekijä hermosolujen säilymisessä ja korjautumisessa, mutta ne voivat aiheuttaa sensoristen hermojen yliaktiivisuutta ja sitä kautta hyperalgesiaa. (Lopez-Alvares ym. 2015.) Epänormaalia korkeammat määrät aivoperäistä hermokasvutekijää (BDNF) etenkin takajuuren gangliossa yhdistetään tuntoviestien siirtymisen herkistymiseen ja neuropaattisen kivun kehittymiseen. Lisäksi, etenkin patologisissa tiloissa, BDNF:n lisääntyminen saa aikaan myös inhibitoristen tekijöiden vähentymistä. (Dobson ym. 2014.)

Liikunnan, kipuherkkyyden vähentymisen ja gliasoluperäisen hermokasvutekijän (GDNF) määrän vähenemisen välillä on myös nähty yhteys. Tutkimuksen mukaan GDNF:n määrän väheneminen vähensi kipuviestejä tuovien hermosolujen ylenmääräistä levittäytymistä ja tätä kautta selkäydinvaurioisten rottien kosketusallodyniaa, eli kosketusherkkyyttä. (Dobson ym. 2014.)

Eläinkokeissa on nähty myös neurotransmitteri substanssi-P:n sekä nosiseptoreiden ionikanavareseptoreiden vähentymisen yhteys kipukynnyksen normalisoitumiseen. Eläinkokeissa käytettiin mm. lämpöä testaamaan kipukynnyksen normalisoitumista. Liikunta sai aikaan substanssi-P:n sekä ionikanavareseptoreiden ja ionikanavien (reseptori TRPV1 eli vanilloidi 1 sekä NR1 ja ionikanava TRPM8 ja Pp38) vähentymisen. Näiden vähentyminen vähentää nosiseptiivisten neuroneiden spontaania aktivoitumista ja viestin välittymistä selkäydintänsällä. Tässä kokeessa käytettiin mm. lämpöä testaamaan kipukynnyksen normalisoitumista. (Cooper ym. 2016.) TRPV<sub>1</sub> eli vanilloidireseptori on reseptori eli tunnistin, joka reagoi kuumiin lämpötiloihin ja esim. chilin sisältämään aineeseen, välittäen polttavan tunteen (Kalso & Kontinen 2009, 79).

#### 7.4 Vaikutukset selkäytimessä

Liikunnan tuomaa kivun lievittymistä on selitetty myös porttikontrolliteorian mukaan. Liikunnan aktivoimissa sellaisia hermosoluja, jotka tuovat viestiä lihaksesta selkäyttimeen, se sa-

malla inhiboisi nosiseptoreita, eli sellaisia hermosoluja, jotka tuovat selkäyttimeen kipuna tulkittavia viestejä (Cooper ym. 2016; Naugle ym. 2012; Ylinen 2007, 129-130). Porttikontrolliteorian luoja Melzackin (ja Wall) mukaan myeliinitupellinen neuronin, joka tuo muita kuin nosiseptiivisiä viestejä, aktivoi selkäytimen takasarven inhibitorista interneuronin, eli vähentää kipuviestien kulkeutumista selkäytimestä aivoihin (Kalso & Kontinen 2009, 54). Tämän teorian mukaan paksujen myeliinitupellisten hermosyiden aktivoituminen estää selkäytimessä ohuiden myeliinitupettomien C-syiden välittämää kipuaistimusta (Kalso & Kontinen 2009, 89-90, 101). Melzackin kipumatriisin, kipukanavien ja porttikontrolliteorian rinnalle Moseley & Butler (2017, 19-21, 66) ovat esittäneet käytettäväksi lanseeraamaansa termiä neurotagit (*neurotags*) kuvaamaan sitä, että nosiseptisen viestin välittyminen ja tulkinta ovat huomattavan monimutkaisia tapahtumia.

Liikunta sai aikaan inhibitorisen hermovälittäjäaineen (neurotransmitterin) normalisoitumisen selkäytimen takasarvessa. Hiirikokeessa hiirien selkäytimen takasarvessa GABA ja GAD65/67 neurotransmittereiden määrä oli vähentynyt neuropaattisen vaurion ja kivun aiheuttamana. Liikunnan avulla tämä GABA ja GAD tuotannon määrä palautui normaaliksi selkäytimen takasarvessa. Tämän selitettiin aikaansaaneen kipuviestien inhibointiin osallistuvien välineuronien määrän normalisoitumisen. (Kami ym. 2016b.)

Liikunnan kivunlievitysvaikutusta on selitetty myös liikunnan aikaansaamalla muutoksella takasarven mikroglia soluissa (Cooper ym. 2016). Mikroglia solut ovat keskushermostojärjestelmässä hieman kuin makrofagit muussa solujärjestelmässä, ne siivoavat hermosolujen vaurioita (Dobson ym. 2014). Liikunta sai aikaan takasarven tietynlaisten mikroglia solujen vähentymisen ja tietynlaisten lisääntymisen, sekä osassa näitä epigeneettisen muutoksen, mikä sai niissä vielä aikaan histoniasetylaation, eli asetyyliryhmän liittymisen soluun (Cooper ym. 2016).

Epigeneettisellä muutoksella tarkoitetaan, että kyseisen solun tietyn geenin aktiivisuuden säätelyssä tapahtuu muutos ilman geneettisen rakenteen muutosta. Histoniasetylaatiolla taas tarkoitetaan sitä, että asetyyliryhmä liittyy solun (tässä näiden tiettyjen mikroglia solujen) kromosomin valkuaisaineeseen (tässä tapauksessa histoniin H3K9). Eli takasarven tietynlaisen mikroglia solun tietyn geenin aktiivisuudessa tapahtui muutos, joka sai aikaan sen, että asetyyliryhmä liittyi kyseisen solun tiettyyn valkuaisaineeseen. Tämän arvellaan olevan kivun lievittämisen taustalla vaikuttava mekanismi. (Kami ym. 2016a.)

Tutkimusnäyttö indikoi vahvasti, että mikroglia solujen aktivoituminen selkäytimen takasarvessa olisi kriittinen tekijä neuropaattisen kivun kehittymisessä ja olemassaolossa. Mikroglia solujen aktivoitumisen selitetään vaikuttavan neuropaattisen kivun kehittymiseen esimerkiksi sitä kautta, että mikroglia solujen aktivoituminen saa aikaan tulehdusta lisäävien sytokiinien (TNF $\alpha$ , IL-1 $\beta$  ja IL-6) lisääntymisen. (Dobson ym. 2014.)

Liikunta sai aikaan tulehdusvälittäjäaine TNF- $\alpha$ :n määrän korjaantumisen ja vähenemisen aivo-selkäydinnesteessä (Safakhah ym. 2017). TNF- $\alpha$  proteiinin oletetaan olevan yksi päätekijä kivun perifeerisessä ja sentraalisessa välittämisessä (Cooper ym. 2016). Liikunta aikaansaa nitraattien eli typpioksidin määrän lisääntymisen aivo-selkäydinnesteessä, ja tämä saattaa tuottaa antinosiseptisen vaikutuksen liikunnan aikana (Cooper ym. 2016). Myös gliasoluperäisen hermokasvutekijän (GDNF) määrän lisääntymistä on esitetty tekijänä liikunnan tuomassa kivunlievittämisessä (Cooper ym. 2016). Tässä yhteydessä ei löytynyt tarkempia selittäviä mekanismeja tämän ja kivunlievittämisen väliltä.

### 7.5 Vaikutukset aivoissa

Ehkä laajimmin esitetty mekanismi liikunnan tuomassa kivunlievittämisessä (EIH) on endogeenisten opioidien määrän lisääntyminen (Cooper ym. 2016; Naugle ym. 2012). Endogeenisten opioidien määrä lisääntyy aivorungossa, ja tämän on arveltu olevan yksi päämekanismeista liikunnan (neuroopaattista) kipua lieventävänä tekijänä (Cooper ym. 2016).

Endokannabinoideja on myös esitetty selittäväksi tekijäksi liikunnan tuomassa kivunlievittämisessä (Cooper ym. 2016; Koltyn ym. 2012). Jotkut tutkijat ovat esittäneet, että endogeeninen endokannabinoidijärjestelmä olisikin päätekijä liikunnan antinosiseptisten hyötyjen aikaansaamisessa, ei niinkään endogeeniset opioidit (Cooper ym. 2016). Endokannabinoidien roolista kivun lievitsemisen selittävä tekijä on yhdenpitävää näyttöä eläinkokeista, mutta ihmisillä tutkittuna näyttö on ollut myös ristiriitaista (Naugle ym. 2012).

Aivoperäisen kasvutekijän (BDNF) määrän lisääntyminen aivoissa on esitetty selittäväksi tekijäksi liikunnan tuomassa kivunlievittämisessä (Cooper ym. 2016). BDNF on tärkeässä roolissa koko keskushermostojärjestelmässä, koska se on välttämätön hermosolujen hengissä säilymisen ja toiminnan kannalta. Sillä onkin todettu olevan yhteys hermosolujen säilymiseen myös niillä aivoalueilla, joissa tapahtuu hermosolujen tuhoutumista Alzheimerin taudin yhteydessä. (Stoleru ym. 2013.)

Liikunnan aikaansaamaa kivunlievittämistä on selitetty myös tiettyjen aivoalueiden aktivoitumisella. Liikunta lisäsi fibromyalgiapotilailla aktivaatiota sellaisilla aivoalueilla, jotka ovat mukana kipuviestien tulkinnan inhiboimisessa (Ellingson, 2016). Fibromyalgiapotilaiden aivojen oma kivun inhibointijärjestelmä ei toimi kuten verrokeilla. Heillä tapahtuu kivun aikana paljon vähemmän aktivaatiota tiettyjen aivoalueiden välillä, ja juuri tämän aivoalueiden välisen aktivaation on nähty toimivan aivojen omana kivunhelpotusjärjestelmänä. (Jensen ym. 2012.)

Yhdeksi aivojen kautta tapahtuvaksi vaikutusmekanismiksi liikunnan aikaansaamassa kivunlievittämisessä on esitetty NMDA-reseptoreiden aktivaation vähenemistä aivorungossa (Cooper ym. 2016). NMDA (N-metyyli-D-aspartaatti) on eräs glutamaattia muistuttava keskushermoston välittäjäaine (Lääketieteen termit: NMDA). Tutkimusten perusteella näyttäisi, että NMDA-reseptoreiden aktivaation vähentymisellä aivorungossa olisi yhteys ainakin kroonisen lihaskivun ja harjoittelun jälkeisen lihaskivun kehittymisen ehkäistymisessä. Tätä yhteyttä selitetään sillä, että NMDA-reseptoreiden toiminta vaikuttaa tuntoaistimusten kokemiseen. (Cooper ym. 2016.)

NMDA-reseptoreiden aktivaation lisääntyminen voi saada aikaan keskushermoston neuronien herkistymistä ja sen seurauksena hyperalgesiaa. NMDA-reseptorit aktivoituvat yleensä vasta pitkittyneen depolarisaation johdosta. Toistuva tai erityisen voimakas stimulaatio saa aikaan erittäin runsasta glutamaatin vapautumista selkäytimessä, mikä vaaditaan NMDA-reseptorin aktivaatioon. (Kalso & Kontinen 2009, 80.) NMDA-reseptorin aktivoituminen saa aikaan kipuviestijärjestelmän seuraavan solun herkistymisen jatkuvasti voimistuvana vasteena, vaikka kudoksesta saapuva ärsyke ei muuttuisi. Tätä jatkuvasti voimistuvaa vastetta ei saada vaimennettua elimistön omilla (endogeenisillä) morfiinin kaltaisilla välittäjäaineilla. NMDA-reseptorin aktivoituminen saa myös aikaan tiettyjen geenien päälle kytkeytymisen, joka taas johtaa kipuviestejä vahvistavien välittäjäaineiden vapautumiseen. NMDA-reseptorien aktivoituminen voi myös aiheuttaa jopa selkäytimessä toimivien kipuviestejä inhiboivien solujen tuhoutumista. (Kalso ym. 2009, 107.)

Tutkimuksissa on esitetty NMDA-reseptoreiden aktivaation olevan taustalla myös liikunnan aiheuttamassa kipuperkkyydessä liikuntaan tottumattomilla. Liikkumattomilla hiirillä on nähty liikunnan saavan aikaan NMDA-reseptoreiden aktivaation lisääntymistä sellaisilla aivoalueilla, jotka osallistuvat kivun modulointiin, esim. ydinjatkeen tietyissä tumakkeissa (*medullary raphe nuclei, i.e., the nucleus raphe obscurus and nucleus raphe pallidus*) ja samanaikaista kipuperkkyyden lisääntymistä. Kipuperkkyyden lisääntyminen on näissä selitetty juuri NMDA-reseptoreiden aktivaation lisääntymisellä. (Sluka ym. 2012.)

Myös tyrosiinikinaasienstyymän B-reseptorin (TrkB) määrän lisääntyminen aivoissa on esitetty tekijäksi liikunnan tuomassa kivunlievittämisessä (Cooper ym. 2016). Tyrosiinikinaasienstyymän B-reseptori (TrkB) kuuluu hermokasvutekijöiden reseptoriperheeseen. TrkB on mm. aivo-peräisen hermokasvutekijän (BDNF) reseptori. Se kontrolloi synaptista viestin välittymistä ja nisäkkäiden hermojärjestelmän plastisuutta. (Stoleru ym. 2013.)

Adenosiinisysteemin aktivoitumisen on myös esitetty olevan mahdollinen selittävä tekijä liikunnan tuomassa kivunlievittämisessä (Cooper ym. 2016). Adenosiinireseptori on solukalvon

reseptori, johon adnosiini sitoutuu ja vaikuttaa mm. sydämensykeä ja verenpainetta laskevasti ja keuhkoputkia supistavasti (Lääketieteen termit: Adnosiinireseptori). Adnosiini A1 reseptorin aktivoituminen vähentää mekaanista allodyniam ja saa aikaan antinosiseptiota eli kiputuntemusten vähentymistä neuropaattisessa kivussa (Dobsom ym. 2016, Jana Sawynok), ja nosiseptiivisessä sekä tulehduksellisissa kivussa (Sawynok 2012). Uinti vähensi kipuherkkyyttä ja allodyniam mahdollisesti vaikuttamalla adnosiinireseptoreiden aktivaatioon (Cooper ym. 2016).

Hippokampuksessa tapahtunut GSK-3 (*glycogen synthase kinase 3*) aktiivisuuden vähentyminen on myös esitetty selittäväksi tekijäksi liikunnan tuomassa kivunlievitymisessä. GSK-3 (Glycogen synthase kinase 3) on entsyymi, joka katalysoi fosfaatin liittymistä yli 40 eri proteiiniin. Tunnetuin se on roolistaan glykokeenin (glukoosin varastomuoto) synteessin säännöstellijänä. GSK-3 myös aktivoi gliasoluja, ja saa aikaan tulehdusta aiheuttavien sytokiinien vapautumista ja inhiboi tulehdusta vähentävien sytokiinien vapautumista aktiivisissa mikroglia soluissa ja astrocyteissa. (Dobson ym. 2014.)

Insuliinin kaltaisen kasvutekijän (IGF-1) määrän lisääntyminen aivoissa on myös esitetty mahdolliseksi selittäväksi tekijäksi liikunnan tuomassa kivunlievitymisessä (Cooper ym. 2016; Ylinen 2007, 129-130.) Edellä esitetyistä useista mahdollisista vaikutusmekanismeista huolimatta eivät syy-yhteydet ole selviä. Aivojen kautta tapahtuva sentraalinen kivun modulaatio ja siihen liittyvät metaboliset, tulehdukselliset ja ioniset muutokset ovat vielä alituttuja ilmiöitä (Cooper ym. 2016).

Alla olevaan taulukkoon (Taulukko 4) on koottu liikunnan tuoman kivunlievitymisen (*EIH*) vaikutusmekanismeja, joita tuli esille tutkimuskatsauksissa ja tutkimuksissa tätä opinnäytetyötä tehdessä. Ilmiöt on esitetty taulukossa hermoston eri alueiden mukaan sen perusteella, miten ne oli esitetty luetuissa katsauksissa ja tutkimusartikkeleissa. Taulukon ei ole tarkoitus olla kattava esitys aiheesta.

Taulukossa 4 esitetyt ilmiöt ja tekijät ovat kuitenkin vielä heikosti ymmärrettyjä (Cooper ym. 2016) ja ovatkin osittain lähinnä ehdotettuja ja epäiltyjä vaikutusmekanismeja (Kami ym. 2016a, Naugle ym. 2012, Koltyn & Umeda 2006), ja paikoitellen näyttö on jopa ristiriitaista (Naugle ym. 2012).

ALUE: TEKIJÄ:	PERIFEER. HERMO- PÄÄTTEET	NOSISEPTO- RIT/ NIIDEN LÄHELLÄ	TAKA-JUU- REN GANGLIOT	SELKÄYDIN TAKASARVI	AIVOT
Endogeeniset opioi- dit					X
Endokannabinoidit					X
Hermokasvutekijä NGF	X	X	X	X	
BDNF, Aivoperäinen hermokasvutekijä		X	X		X
Gliasoluperäinen hermokasvutekijä				X	
IGF, insuliinin kaltai- nen kasvutekijä					X
Tulehdusvälittäjä-ai- neet (sytokiinit)	X	X		X	
Hermovälittäjä-ai- neet		X	X	X	
GSK-3 entsyymi					X
NMDA-reseptorit					X
TrKB-reseptorit					X
Adenosiini-reseptorit					X
T-solujen määrä	X				
Nosiseptoreiden ak- tivaatio		X			
Mikroglia solut				X	
Ihon hermotus	X				
Antioksidanttinen kapasiteetti		X			
Autonom. hermosto, endokriininen järjes- telmä, metabolia	X	X			X

Taulukko 4: Esille tulleita liikunnan tuoman kivunlievittymisen mahdollisia vaikutusmekanismeja.



## 8 Potilasohje

Potilasohjeen tarkoitus oli antaa tietoa terveydenhuollon ammattilaisilta asiakkaille, määrittää asiakkaan paikka terveydenhuollon järjestelmässä ja kutsua asiakasta osallistumaan ohjeessa annettaviin ohjeisiin ja neuvoihin. Ohje vastaa asiakkaan kysymyksiin ja välittää terveydenhuollon ammattilaisten neuvoja asiakkaalle. Asiakkailta on itsemääräämisoikeus, joten heillä on oikeus itse päättää tai olla päättämässä hoidostaan. Tämän vuoksi asiakkaan pitäisi saada riittävän laajasti tietoa hoitoon ja hoitokäytäntöihin liittyvistä tekijöistä. (Torkkola, Heikkinen & Tiainen 2002, 11-13). Potilasohje sisälsi tietoa viimeisimmistä tutkimustuloksista ja pyrki vastaamaan opinnäytetyössä esitettyihin kysymyksiin.

Haasteena hyvän potilasohjeen laatimisessa on, että miten paljon asiakas tarvitsee yksityiskohtaista tietoa eli mitä asiakas itse ymmärtää ja mitä pitää hänelle tarkemmin kertoa. Oikeaa vastausta kyseiseen kysymykseen ei ole, joten on tehtävä kompromisseja ja käytäntö tulee näyttämään, oliko potilasohje riittävän kattava ja selkeä. Ohjeessa on tärkeää huomioida kielelliset valinnat ja asiajärjestys. Kielellisillä valinnoilla vaikutetaan erityisesti siihen, miten teksti ymmärretään. Kun ohjeessa käytetty kieli on selkeää ja ymmärrettävää, teksti tavoittaa asiakkaat ja fysioterapeutit. Ohjeessa oleva asiajärjestys rakentaa tekstille merkityksen ja määrittää asiakkaan paikan terveydenhuollossa. (Torkkola ym. 2002, 14-15, 17-18).

Potilasohjeen tulkintaa ohjaa asiakkaan omat tulkitsemistavat, konteksti ja kulttuuri. Asiakkaalle ohjeen merkitys syntyy, kun hän lukee ohjeen, jolloin tekstin merkitys muovautuu sen mukaan, miten asiakas tekstiä tulkitsee eli jokaisella asiakkaalla on oma tulkitsemistapansa. Kontekstilla tarkoitetaan lukutilannetta ja tekstin lajityyppiä eli asiakkailta on tekstin suhteen erilaisia odotuksia. Potilasohjeilta usein odotetaan selkeyttä, asiallista ja tarpeellista tietoa. Lukutilanne kuvastaa sitä, että esim. terveysasemalla ohje luetaan eri tavalla kuin kotona rauhassa. Kulttuuri vaikuttaa tekstin tulkintaa laajemmin kuin konteksti. Se tuo kansalaisten ennakkokäsityksiä ja odotuksia esim. asiakkaana olemisesta. Potilasohjeet ovat useimmiten kohdeviestintää, jolloin ne on kirjoitettu ennalta määritellylle ryhmälle, kuten tässä opinnäytetyössä. (Torkkola ym. 2002, 15, 18-19, 22).

Potilasohjeita tehtäessä on huomioitava toimeksiantajan käytänteet. Sen tarkoituksenaan on palvella jakavan organisaation henkilökuntaa ja asiakkaita. Yksiselitteistä kaavaa ohjeen tekemiselle ei ole, mutta hyvä potilasohje sisältää ymmärrettävän ja sujuvan tekstin, hyvän taiton sekä ulkoasun. Potilasohjeita on muokattava ja päivitettävästi jatkuvasti, koska asiakkaiden tarpeet ja hoitokäytännöt muuttuvat. (Torkkola ym. 2002, 25, 35).

Opinnäytetyössä toiminnalliseksi osuudeksi jäi tehdä ohje liikunnalliseen kivunlievitykseen kroonisesta epäspesifistä niskakivusta kärsiville. Toimeksiantajalle lähetettiin kysymyksiä liittyen ohjeen ulkoasuun, fonttiin, yhteystietoihin, väri vaihtoehtoihin, kokoon ja taitettavuuteen. Heiltä kysyttiin myös mahdollista valmista pohjaa ohjeelle, mutta sellaista ei heillä ollut ja aikaisemmat potilasohjeet olivat olleet vaihtelevan näköisiä. Ohjeeseen liitettiin myös Vantaan kaupungin logo sekä tekstit: kuntoutusyksikkö ja fysioterapia.

Toimeksiantajan toiveena oli, että ohje olisi helposti tulostettava A4 kokoinen ja mustavalkoinen, jolloin jokaisella tulostimella saadaan ohje tulostettua. Asiakaslähtöisyyden vuoksi ohjeen kuvat pyrittiin muokkaamaan mahdollisimman yksinkertaisiksi ja helposti ymmärrettäviksi. Myös fontti ja fontin koko valittiin mahdollisimman selkeiksi ja riittävän isoiksi, jotta harjoitteita tehtäessäkin näki lukea ohjeistusta kauempaa. Ohjeen pohjaväri oli valkoinen ja teksti mustaa, eikä se sisältänyt tehostevärejä, jotta tulostus oli mahdollisimman helppoa. Ohjeen kuvien tausta järjestettiin mahdollisimman yksinkertaiseksi ja vaaleaksi, jotta kuvissa esiintyvä henkilö ja hänen tekemä liike erottui parhaiten.

Ohjeessa asiajärjestys järjestettiin loogiseksi ja selkeäksi. Ohjeen alussa oli lyhyesti ja ytimekkäästi yleistietoa kroonisesta niskakivusta, minkä jälkeen tulivat harjoitteet ja lopuksi vielä lisätietoa kroonisesta niskakivusta ja sen vaikutuksesta toimintakykyyn ja hyvinvointiin. Harjoitusohjeet isälsivät kuvat alku- ja loppuasennoista, harjoituksen suoritustavan sekä toistomäärän. Potilasohje löytyy työn liitteistä (Liite 2).

## 9 Opinnäytetyön arviointi

Toiminnallisessa opinnäytetyössä tulisi arvioida työn idea eli aihepiiri, asetetut tavoitteet, tietoperusta, teoreettinen viitekehys ja kohderyhmä sekä työn toteutus eli keinot, jolla tavoitteet saavutettiin ja aineisto kerättiin. Työn idean lisäksi opinnäytetyötä arvioidaan asetettujen tutkimuskysymysten avulla (Vilka & Airaksinen 2003, 154, 157-158). Tässä työssä palautetta kerättiin opinnäytetyöraportista ja potilasohjeesta. Palautetta antoivat toimeksiantajan nimeämät fysioterapeutit, opponoijat sekä ohjaavat opettajat. Palautteen avulla tehtiin korjauksia opinnäytetyöraporttiin sekä potilasohjeeseen. Raporttiin liittyen pyydettiin palautetta koko opinnäytetyön prosessin aikana, jotta Laurea ammattikorkeakoulun laatimat opinnäytetyön vaatimukset täyttyisivät (Laurea ammattikorkeakoulu 2017, 11-12). Potilasohjeen tärkeimpänä huomiona oli ohjeen käytettävyys ja toimivuus eli tarkoitus oli tehdä yksinkertainen selkokielinen ohje, josta olisi hyötyä kuntoutujalle kuin myös fysioterapeuteille. Ohjeen visuaalisen ilmeen ja luettavuuden tarkastivat toimeksiantajan nimeämät fysioterapeutit. Ohjeen prototyypeistä saadut palautteet olivat positiivisia, etenkin ymmärrettävyy-

den, selkeyden ja helppolukuisuuden osalta. Potilasohje tehtiin iteratiivisena palautekehitysprosessina, jolloin ohjeen palaute saatiin jo työn tekovaiheessa eikä lopullisesta ohjeesta ollut enää tarvetta pyytää palautetta. Viimeisen palautteen mukaan ohje oli iteraatioiden myötä selkiytynyt huomasti ja näytti hyvältä.

Toimeksiantajan palautteen mukaan työssä oli osattu hyvin kuvata alkuperäinen kysymyksenasettelu ja perustelut, minkä takia aihe ja tavoite muotoutuivat lopulliseen muotoon. Toimeksiantaja oli erityisen tyytyväinen, että heidän ohjastaan hyödynnettiin aktiivisesti. Isona plussana koettiin myös se, että opinnäytetyön toteutus oli kirjattu selkeästi ja hyvin. Tämä teki toimeksiantajan mukaan heille näkyväksi, että hankalakin tiedonhaku oli mahdollista toteuttaa. Toimeksiantaja oli positiivisesti yllätynyt, että fysiologisista vaikutusmekanismeista löytyi niinkin paljon tutkimusnäyttöä, koki työn tekijöiden panostaneen aiheeseen ja tietämyksen aiheesta olevan vahvalla pohjalla. Toimeksiantaja koki tärkeäksi ja sitoutumista osoittavaksi, että työn tekijät tulevat itse esittelemään valmiin työn koko kuntoutusyksikölle. Pohdinta-osuuden skeptisyyttä arvoettiin palautteessa korkealle.

## 10 Pohdinta

Pohdinta jaettiin osiin tarkasteltavien aiheiden mukaan. Tarkasteltavia aiheita olivat tutkimusetiikka, tiedonhankinta, kehitysehdotukset, jatkotutkimusaiheet sekä opinnäytetyön tavoitteiden toteutuminen.

### 10.1 Tutkimusetiikka

Fysioterapeutin eettisten ohjeiden mukaan fysioterapeutin tulee sitoutua noudattamaan tutkimuseettisiä periaatteita ja hyvää tieteellistä käytäntöä (Kulju, Lähteenmäki, Mesiäinen, Myyryläinen, Rautonen 2014, 6). Hyvän tieteellisen käytännön edellyttämää rehellisyyttä, huolellisuutta, tarkkuutta, avoimuutta ja vastuullisuutta, noudatettiin tämän opinnäytetyön tekemisessä tuomalla esille käytettyjä tiedonhakumenetelmiä ja alkuperäisiä lähteitä. Alkuperäisiä lähteitä käyttämällä annettiin myös alkuperäisen tiedon esittäjälle hänelle kuuluva arvo tutkimusetiikan edellyttämällä tavalla. Tutkimusetiikka huomioitiin myös hankkimalla opinnäytetyön tekemiseen tarvittavat tutkimusluvut Vantaan kaupungilta. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6.)

### 10.2 Tiedonhankinnan haasteet

Ennen opinnäytetyön muotoutumista lopulliseen aiheeseen kroonisesta epäspesifistä niskakivusta, tehtiin työtä varten jo useita hakuja kroonisesta kipua koskevasta tutkimuskirjallisuudesta. Näiden hakujen kautta kertyi useita tutkimuksia, jotka julkaisuja lukemalla vaikuttivat

lupaavilta. Esimerkiksi Ambrosen ja Kolightlyn (2015) julkaisemassa artikkelissa "Physical exercise as non-pharmacological treatment of chronic pain: Why and when" kerrottiin seuraavasti: "Physical activity is a well-documented, viable therapeutic modality for chronic pain conditions with beneficial effects on pain". Tekstin perusteella julkaisu vaikutti vielä aiheelliselta ja sitä ajateltiin käyttää opinnäytetyössä, mutta tutkimuksen lähteiden läpikäynti toi esille, että lainaus perustui ainoastaan fibromyalgiapotilailla tehtyihin tutkimuksiin. Joten julkaisua ei käytettykään lähteenä tässä opinnäytetyössä. Tutkimusetiikkaa ajatellen, herätti ihmetystä, että Ambrose ja Kolightly ovat yleistäneet fibromyalgiapotilailla tehtyjen tutkimusten tulokset koskemaan yleisesti kroonisia kiputiloja. Tutkimuksessa oli myös esitetty suositus kroonista kipua alentavan harjoittelun sykevaihtelusta, mutta tämänkin lähteenä oli fibromyalgiapotilailla tehtyjä tutkimuksia, sekä muutama terveeseen väestöön kohdistuva tutkimus (Ambrose & Kolightly 2015, 4). Sullivanin, Schemanin, Venesyn ja Davinin (2012) tutkimuksen kanssa toistui sama asia. Sullivanin ym. (2012) tutkimuksessa oli tosin paremmin jo tekstissä tuotu esille, millä potilasryhmillä lausuntojen takana olevat tutkimukset oli tehty.

Kroonisen niskakivun yleisyyden huomioiden oli yllättävää, kuinka vähän tarkkoja suosituksia katsaukset ja muut lähteet pystyivät antamaan. Viikari-Juntura kirjoitti jo vuonna 2004 *Duodecim*-lehdessä julkaistussa artikkelissaan fyysiseen harjoitteluun kroonisen niskakivun hoidon liittyen seuraavaa: "Olemme kaukana tilanteesta, jossa harjoittelun muodot, tasot ja kesto sekä tuloksen kannalta olennaiset mittarit olisi valittu tutkimustiedon perusteella". Vaikka 13:ssa vuodessa on menty eteenpäin ja aihetta on tutkittu lisää, tuntuu Viikari-Junturan lausahdus monilta osin edelleen pitävän paikkaansa.

Erityisesti Salo ym. (2012) korostivat tutkimuksessaan harjoitteluun sitoutumisen merkitystä. Tutkimuksessaan "Effects of long-term home-based exercise on health-related quality of life in patients with chronic neck pain: a randomized study with a 1-year follow-up". He toteuttivat juuri terveyskeskuksista käsin intervention ja osallistujat saivat ohjauksen harjoitteluun terveyskeskuksessa pidetyissä niskakipuryhmissä.

Tietoa liikunnan tuoman kivunlievittymisen taustalla vaikuttavista fysiologisista tekijöistä oli vaikea löytää. Aiheeseen liittyvää suomenkielistä materiaalia ei tullut vastaan juuri ollenkaan koko opinnäytetyön tekemisen aikana. Helena Mirandan kirja *Ota kipu haltuun* (Miranda 2016) tuo esille pari liikuntaan liittyvää selittävää tekijää. Thesus-kannasta löytyi opinnäytetöitä, jotka koskivat lääkkeitöntä kivunlievitystä, mutta niissä ei suurimmassa osassa edes mainittu liikuntaa kivunlievityskeinona. Kipu-kirjassa terapeutista harjoittelua ei perusteltu fysiologisilla vaikutuksilla, vaan lähinnä suoritus- ja toimintakyvyn korjaantumisen kautta (Pohjalainen 2009, 242). Fysiologisiin muutoksiin tähtäävinä menetelminä tuotiin esille ainoastaan psykologisissa menetelmissä esitellyt rentoutus, biopalaute ja hypnoosi, joiden sanottiin vaikuttavan

fysiologisiin stressivasteisiin, kuten autonomisen hermoston aktiiviuuteen (Elomaa & Estlander 2009, 248).

Kirja *Explain Pain* (Moseley & Butler 2013) tarjosi tietoa kivusta, sen fysiologiasta, kivun lievittymisen ja kroonistumisen fysiologiasta. *Explain Pain Supercharged* (Moseley & Butler 2017) kertoi tarjoavansa syvempää tietoa ja täyttävän kuilua *Explain Pain* -kirjan ja tieteellisten tutkimustekstien välillä (Moseley & Butler 2017, 1). Valitettavasti nämäkään teokset eivät selittäneet fysiologisia vaikutusmekanismeja liikunnan tuomassa kivunlievittymisessä. Aineiston hankinnassa jouduttiin turvautumaan lähinnä tieteellisiin tutkimuskatsauksiin ja tutkimusartikkeleihin. Näiden lukemisessa oli haasteena, että ne tutkivat fysiologisia vaikutusmekanismeja tasolla, jonka ymmärtäminen fysioterapeutin koulutuksella oli hyvin haastavaa. Tutkimukset olivat esimerkiksi solubiologiien tai neurofysiologiien tekemiä, ja niitä ei oltu suunnattu fysioterapeuteille tai muille, joilla ei ole aiheesta riittävää pohjatietoa.

Lisäksi haasteeksi osoittautui se, että tutkimukset, jotka tutkivat fysiologisia ilmiöitä liikunnan kivunlievitysvaikutuksen taustalla, esittivät jonkin ilmiön ja kivun lieventymisen välillä esiintyneen korrelaation, mutta eivät selittäneet, miksi kyseinen ilmiö saa aikaan vaikutuksen kivun kokemisessa. Tätä selitystä etsittiin muista lähteistä. Valitettavasti edes fysiologian perusteoksista ei ollut aina apua. Esimerkiksi kirjassa *Textbook of Medical Physiology* (Hall 2015) ei löytynyt terminä mainittavan useitakaan näissä tutkimuksissa esille tulleita ilmiöitä tai vaikuttavia aineita, esim. BDNF (brain derived neuro factor), eli aivoperäinen hermokasvutekijä. Termeille ja ilmiöille selityksiä hakiessamme huomasimme, että myös suomenkielinen kivun fysiologiaa selittävä aineisto, esim. Kipu-kirja, vilisee termejä kuten peptidineurotransmitterit, vanilloidireseptorit, fosfokinaasit, fosfolipaasit, purinergiset nukleotidireseptorit, eikosanoidit, prostaglandiinit, prostanoidit, leukotrieenit ja arakidonihappometabolia. Osaa termeistä ei ole yritetty kääntää suomenkielelle, kuten esim. TRP transient receptor potential (TRP) kirjassa Kipu (Kalso & Kontinen 2009, 79-83).

Työn alkuun pääsemiseksi listattiin tutkimuskatsauksissa ja tutkimuksissa esitettyjä ja tutkittuja selittäviä tekijöitä. Samoja ilmiöitä saatettiin alkuun listata erillisinä ilmiöinä, koska terminologia oli niin vierasta. Työtä tehdessä terminologiaa selvitettiin useasta eri lähteestä, aineistoa käännettiin englannista suomeen, ja monimutkaiseen fysiologisiin ilmiöihin perehdyttiin yli fysioterapeuttikoulutuksen tarjoaman fysiologian ja neurofysiologian ymmärryksen tason. Kappaleen 8 raskaslukuisuutta puolsi se, että kappaleessa olevan tekstin keventäminen olisi riskeerannut tiedon oikeellisuuden.

Aiheeseen liittyvät kirjallisuuskatsaukset kuvastivat aiheen tutkimisen haasteellisuutta ja laadukkaiden tutkimusten vähäisyyttä. Cooper ym. (2016) kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli

kuvata, kuinka liikunta helpottaa kipua, mitkä ovat ne kipumekanismit, joita liikunnallisen kivun hoidon tutkimuksissa tutkitaan, ja mitkä ovat ne molekyyliset reitit, joiden kautta liikunta saa aikaan fysiologisia ja patologisia vaikutuksia. Katsaus kertoi korostavansa diabeteksen ja hermovaurioiden aiheuttamia kiputiloja ja liikunnan vaikutusta niihin, koska niistä oli tehty eniten tutkimuksia. Lisäksi katsauksen tavoitteena oli antaa kokonaiskuva siitä, miten hermosto reagoi liikuntaan, mikä on tulehdustilan ja liikunnan välinen yhteys, sekä antaa kuva liikunnallisen kivunhoidon kokemuksellisesta ja kliinisestä näytöstä (Cooper ym. 2016). Katsaus sisälsi myös tutkimuksia, jossa liikunnan vaikutukset kohdistuivat hermosoluihin, mutta eivät välttämättä kipuaistimukseen, kuten myös tutkimuksia, jotka käsittelivät enemmänkin kivun kroonistumisen ehkäisyvaikutuksia kuin kivun vähentymistä. Katsauksessa esiteltiin liikunnan aikaansaamia vaikutuksia tulehdusvälittäjäaineisiin ilman tietoa samanaikaisesta vaikutuksesta kipuun. Näiden välisestä yhteydestä löydettiin tietoa muista tutkimuksista. Cooper ym. (2016) katsauksessaan esittämä kuvio (kuvio 6) antoi erheellisen selkeydentunteen esitettyjen vaikutusmekanismien kattavuudesta ja pätevydestä. Tutkimuskatsauksen, ja alkuperäisten tutkimusten tarkempi lukeminen osoitti saman, mitä hekin toivat esille, että tutkimukset jättävät vielä melko epäselvän kuvan vaikutusmekanismeista.

Myös Dobsonin ym. katsaus (2014) toi esille, että lähes kaikki heidän löytämänsä tutkimukset liikunnan hyödyistä neuropaattisissa tiloissa, koskivat diabeettista neuropatiaa tai neuropaattista kipua tutkittuna eläinkokeissa eläimelle aiheutetun selkäydin- tai muun hermovaurion kautta. He perustelivat löydöksiensä yleistystä sillä, että tutkittujen ilmiöiden mekanismit ja hyödyt olivat kuitenkin samoja ja sen takia näitä voitiin ajatella yleistettävän muihinkin vastaaviin neuropaattisiin kiputiloihin (Dobson ym. 2014). Cooper ym. (2016) perustelivat vastaavalla tavalla heidän löydöksiensä yleistystä. Käsihaulla tuli vastaan paljon tutkittuja vaikutusmekanismeja, joita Cooper ym. (2016) ja Dobson ym. (2014) katsaukset eivät esitelleet. Täydentävää tietoa vaikutusmekanismeista löytyi Naugle ym. (2012) meta-analyysistä, sekä useista yksittäisistä tutkimuksista. Osa vaikutusmekanismeista liittyi toisiinsa, kuten tilanteessa, että oli tutkittu tietyn reseptorin aktivoitumista liikunnan vaikutuksesta, ja toiset ovat tutkineet tämän samaisen reseptorin aktivaation vaikuttavan välittäjäaineen määrän lisääntymistä. Tutkimuksissa ja katsauksissa oli myös ristiriitaisia esityksiä vaikutuksien suunnista, mikä todettiin katsauksissakin.

### 10.3 Kehitysehdotukset ja jatkotutkimusaiheet

Potilasohjeen käyttöönoton tueksi opinnäytetyöntekijät esittelevät oppaan ja opinnäytetyön Vantaan kuntoutusyksikön kokouksessa alkuvuodesta 2018. Yksi keino tehostaa oppaan hyödyntämistä ja kehittää kuntoutusyksikön toimintaa voisi olla niskakivusta kärsiville suunnattujen harjoitteluryhmien perustaminen. Näin voitaisiin tarjota ryhmäopastusta harjoitteluliik-

keissä ja parantaa harjoitteluun sitoutumista. Jatkotutkimuksena voitaisiin myöhemmin tutkia, miten laajasti potilasohje on otettu käyttöön, onko siitä ollut hyötyä fysioterapeuteille ja Vantaan fysioterapian asiakkaille ja käyttökokemusten pohjalta kehittää sen hyödyntämistä entisestään.

Koska liikunnan tuoman kivunlievittymisen taustalla olevista vaikutusmekanismeista ei ole varmuutta ja kun useissa tutkimuksissa mekanismeja on tutkittu eläinkokeilla, tulee olla kriittinen tutkimustuloksia lukiessa. Lisäksi vastaan tulleissa tutkimuksissa ja tässä työssä esitetyt ilmiöt eivät kaikki liity kaikkiin kiputiloihin, eivätkä kaikkiin kiputyyppeihin. Osa tässä työssä esitetyistä ilmiöistä liittyy liikunnan tuomaan kivun kroonistumisen ehkäisyyn, tai kipuherkkyyden normalisoitumiseen. Katsauksissa näitä oli usein käsitelty sekaisin. Vaikutusmekanismeja ei oltu myöskään yritetty lajitella liikuntamuodoittain. Tämäkin on hyvin ymmärrettävää, koska useissa tutkimuksissa liikkujana on ollut hiiri tai rotta. Opinnäytetyön kirjoittajat suosittelevatkin työn lukijoita pidättymään käyttämästä työssä esille tuotuja fysiologisia vaikutusmekanismeja asiakaskommunikaatiossa. Opinnäytetyön kirjoittajat arvelevat, että siinä vaiheessa kun tutkimusnäyttö on riittävän laadukasta, ilmestyy aiheesta pätevä kirja tai Käypä hoito -suositukset tuovat esille näitä selittäviä tekijöitä.

#### 10.4 Työn tavoitteiden toteutuminen

Vertaillen opinnäytetyön alkuperäistä viitekehystä ja lopullista tuotosta, koettiin työn vastaavan viitekehukseen siltä osin, mitä se on nykytiedon valossa mahdollista. Tuotettu ohje tarjosi tutkittuun tietoon perustuvat harjoitteet kroonisesta epäspesifistä niskakivusta kärsiville Vantaan kaupungin fysioterapian asiakkaille ja onnistui myös vastaamaan tarpeeseen tarkemmista suosituksista harjoittelun annostelulle. Opinnäytetyö tarjosi Vantaan kaupungin fysioterapeuteille vielä ohjetta laajemmin perusteltua tietoa niskakipua lievittävän harjoittelun annostelusta ja fysiologisista tekijöistä liikunnan aikaansaamassa kivunlievittämisessä niin yksinkertaistettuna kuin se nykytiedon valossa on mahdollista. Opinnäytetyö ei tarjonnut suosituksia kipua lievittävän liikunnan annostelusta kroonista epäspesifiä niskakipua lukuun ottamatta, koska sellaisia ei tutkittuun tietoon pohjautuen voitu vielä antaa. Opinnäytetyöhön sisällytettiin kuitenkin hieman aiottua enemmän yleistä näyttöä liikunnan vaikuttavuudesta kivunlievittämisessä ja joitain esitettyjä suosituksia liikuntamuodoista, koska näiden ajateltiin tuottavan lisäarvoa toimeksiantajalle. Tuotettu ohje ei myöskään ollut kaiken kroonisen epäspesifin niskakivun omahoitoon liittyvän tiedon yhteen kokoava paketti. Ohje tarjosi tiedon todistetusti toimivista harjoitteista ja niiden lisäksi toimeksiantajan toiveesta yleistä tietoa omahoidosta tukemaan loppukäyttäjää. Ohjetta ei myöskään koskaan suunniteltu korvaamaan fysioterapeutilla käyntiä vaan se tarjosi työkalun fysioterapeuteille asiakkaiden ohjaamiseen ja neuvontaan, opinnäytetyön toimiessa vastaavasti työkaluna terapeuttien omien tietojen lisäämiseen.

Ajatellen opinnäytetyön tavoitetta tarjota Vantaan kaupungin kuntoutusyksikön fysioterapeuteille tietoa liikunnan tuoman kivun lievittymisen selittävistä tekijöistä, täytti valmis työ tämän tavoitteen erinomaisesti ottaen huomioon aiheen haastavuuden ja sekokielisen lähdemateriaalin puuttumisen.

Jos opinnäytetyön tekeminen aloitettaisiin tämän hetkiselällä ymmärryksellä, työn aiheeksi ei välttämättä valittaisi kivunlievittymisen fysiologiaa. Aiheessa mennään niin syvälle fysiologiaan, että siitä kirjoittamisen voitaisiin katsoa kuuluvan enemmän fysiologeille kuin fysioterapeuteille. Aiheesta löytyvän selkokielisen ja helppolukuisen materiaalin puuttumisen vuoksi suuri osa tiedonhausta kului käsitteiden ja ilmiöiden opetteluun ja ymmärtämiseen. Kun jo käsitteistö, puhumattakaan ilmiöistä, oli vierasta, oli tiedonhaku ja tiedon arvioiminen erittäin aikaa vievää ja hankalaa. Toisaalta tämän tiedon hankinta oli pyyntö toimeksiantajalta ja aihe kiinnosti myös opinnäytetyön tekijöitä. Tiedonhaku olisi mahdollista toteuttaa paljon systemaattisemmin jos terminologia ja käsitteet olisivat jo valmiiksi tuttuja niinkuin ne olivat työn valmistumisen jälkeen.



## Lähteet

- Alaselkikipu. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Societas Medicinae Physicis et Rehabilitationis Fenniae ry:n ja Suomen Yleislääketieteen yhdistyksen asettama työ-ryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2017. Luettu 3.10.2017. <http://www.kaypa-hoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi20001>
- Ambrose, K. R., & Golightly, Y. M. 2015. Physical exercise as non-pharmacological treatment of chronic pain: Why and when. *Best Practice & Research. Clinical Rheumatology*, 29(1), 120-130. Luettu 28.6.17. <http://doi.org/10.1016/j.berh.2015.04.022>
- Blanpied, P. Gross, A. Elliott. J. Devaney, L. Clewley, D. Walton. D. Sparks, C. & Robertson, E. 2017. Neck Pain: Revision 2017. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2017;47(7):A1-A83. Luettu 10.10.2017. <http://www.jospt.org/doi/pdf/10.2519/jospt.2017.0302>
- Bertozzi, L. Gardenghi, I. Turoni, F. Villafañe, JH. Capra, F. Guccione, AA. & Pillastrini, P. 2013. Effect of therapeutic exercise on pain and disability in the management of chronic non-specific neck pain: systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Phys Ther* (2013) 93 (8): 1026-1036. Luettu 28.6.17. <https://doi.org/10.2522/ptj.20120412>
- Binder, Al. 2008. Neck pain. *BMJ Clin Evid*. 2008 Aug 4;2008. pii: 1103. Luettu 28.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19445809>
- Borghouts, JA. Koes, BW. & Bouter, LM. 1998. The clinical course and prognostic factors of non-specific neck pain: a systematic review. *Pain*. 1998 Jul;77(1):1-13. Luettu 28.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9755013>
- Borsook, D., Becerra, L. & Hargreaves, R. 2011. Biomarkers for Chronic Pain and Analgesia. Part 1: The Need, Reality, Challenges, and Solutions. *Discov Med*. 2011 Mar;11(58):197-207. Luettu 6.1.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21447279>
- Brellenthin, AG., Crombie, KM., Cook, DB., Sehgal, N. & Koltyn, KF. 2017. Psychosocial Influences on Exercise-Induced Hypoalgesia. *Pain Med*. 2017 Mar 1;18(3):538-550. Luettu 12.11.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28034985>
- Busch, AJ., Webber, SC., Richards, RS., Bidonde, J., Schachter, CL., Schafer, LA., Danyliw, A., Sawant, A., Dal Bello-Haas, V., Rader, T. & Overend, TJ. 2013. Resistance exercise training for fibromyalgia. 2013. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Dec 20;(12):CD010884. Luettu 5.1.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24362925>
- Cheng, CH. Su, HT. Yen, LW. Liu, WY. & Cheng, HY. 2015. Long-term effects of therapeutic exercise on nonspecific chronic neck pain: a literature review. *J Phys Ther Sci*. 2015 Apr; 27(4): 1271-1276. Luettu 28.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4434025/>
- Cooper, MA., Kluding, PM. & Wright, DE. 2016. Emerging Relationships between Exercise, Sensory Nerves, and Neuropathic Pain. *Frontiers in Neuroscience*. 2016 August; Volume10 Article372: 1-12.
- Crombie, KM., Brellenthin, AG., Hillard, CJ. & Koltyn, KF. 2017. Endocannabinoid and Opioid System Interactions in Exercise-Induced Hypoalgesia. 2017. *Pain Med*. 2017 Apr 6. Luettu 12.11.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28387833>
- Damgaard, P. Bartels, EM. Ris, I. Christensen, R. & Juul-Kristensen, B. 2013. Evidence of Physiotherapy Interventions for Patients with Chronic Neck Pain: A Systematic Review of Randomised Controlled Trials. *ISRN Pain*, vol. 2013, Article ID 567175, 23. Luettu 30.6.2017. <https://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/567175/>

- Dobson, J.L., McMillan, J. & Li, Li. 2014. Benefits of exercise intervention in reducing neuropathic pain. *Front Cell Neurosci.* 2014; 8: 102. Luettu 16.9.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3983517/>
- Ellingson, LD., Stegner, A.J., Schwabacher, I.J., Koltyn, K.F. & Cook, DB. 2016. Exercise Strengthens Central Nervous System Modulation of Pain in Fibromyalgia. *Brain Sci.* 2016 Feb 26;6(1). Luettu 5.1.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26927193/>
- Elomaa, M. & Estlander, AM. 2009. Psykologiset hoitomenetelmät. Teoksessa Kalso, E. Haanpää, M. & Vainio, A. (toim.). 2009. Kipu. 3. uudistettu painos. Duodecim.
- Geneen, L.J., Moore, RA., Clarke, C., Martin, D., Colvin, LA. & Smith, BH. 2017. Physical activity and exercise for chronic pain in adults: an overview of Cochrane Reviews. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017 Jan 14;1:CD011279. Luettu 19.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28087891>
- Gerdle, B., Ernberg, M., Mannerkorpi, K., Larsson, B., Kosek, E., Christidis, N. & Ghafouri, B. 2016. Increased Interstitial Concentrations of Glutamate and Pyruvate in Vastus Lateralis of Women with Fibromyalgia Syndrome Are Normalized after an Exercise Intervention - A Case-Control Study. *PLoS One.* 2016 Oct 3;11(10):e0162010. Luettu 5.1.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27695113>
- Gleeson, M., Bishop, NC., Stensel, DJ., Lindley, MR., Mastana, SS. & Nimmo, MA. 2011. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nat Rev Immunol.* 2011 Aug 5;11(9):607-15. Luettu 4.11.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21818123>
- Hall, J. 2015. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. 13. painos. Saunders.
- Holden, JE., Jeong, Y. & Forrest, JM. 2005. The endogenous opioid system and clinical pain management. *AACN Clin Issues.* 2005 Jul-Sep;16(3):291-301. Luettu 19.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16082232>
- Hong, S., Zheng, G. & Wiley, JW. 2015. Epigenetic regulation of genes that modulate chronic stress-induced visceral pain in the peripheral nervous system. *Gastroenterology.* Jan;148(1):148-157.e7. doi: 10.1053/j.gastro.2014.09.032. Epub 2014 Sep 28. Luettu 25.11.2016. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25263804>
- Hurwitz, EL. Aker, PD. Adams, AH. Meeker, WC. & Shekelle, PG. 1996. Manipulation and mobilisation of the cervical spine. A systematic review of the literature. *Spine* 1996;21:1746-60.
- Kalso, E. Haanpää, M. & Vainio, A. (toim.). 2009. Kipu. 3. uudistettu painos. Duodecim.
- Kami, K. Tajima, F. & Senba, E. 2017 Exercise-induced hypoalgesia: potential mechanisms in animal models of neuropathic pain. *Anat Sci Int.* 2017 Jan;92(1):79-90. Epub 2016 Aug 2. Luettu 15.7.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27484434>
- Kami, K. Taguchi, S. Tajima, F. & Senba, E. 2016. Histone Acetylation in Microglia Contributes to Exercise-Induced Hypoalgesia in Neuropathic Pain Model Mice. *J Pain.* 2016 May;17(5):588-99. Luettu 15.7.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26844418>
- Kami, K. Taguchi, S., Tajima, F. & Senba, E. 2016. Improvements in impaired GABA and GAD65/67 production in the spinal dorsal horn contribute to exercise-induced hypoalgesia in a mouse model of neuropathic pain. *Mol Pain.* 2016 Mar 7;12. Luettu 15.7.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27030712>
- Kawi, J., Lukkahatai, N., Inouye, J., Thomason, D. & Connelly, K. 2016. Effects of Exercise on Select Biomarkers and Associated Outcomes in Chronic Pain Conditions: Systematic Review. *Biol Res Nurs.* 2016 Mar;18(2):147-59. Luettu 7.1.2017.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26276511>

Koltyn, KF. 2002. Exercise-induced hypoalgesia and intensity of exercise. *Sports Med.* 2002;32(8):477-87. Luettu 5.11.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12076175/>

Koltyn, KF. & Umeda, M. 2006. Exercise, hypoalgesia and blood pressure. *Sports Med.* 2006;36(3):207-14. Luettu 17.9.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16526833>

Koltyn, KF., Brellenthin, AG., Cook, DB., Sehgal, N. & Hillard, C. 2014. Mechanisms of Exercise-Induced Hypoalgesia. *J Pain.* 2014 Dec;15(12):1294-1304. Luettu 19.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25261342>

Koskinen, S. Lundqvist, A & Ristiluoma, N. (toim.). 2012. Terveys, toimintakyky ja hyvinvointi Suomessa 2011. Terveysten ja hyvinvoinninlaitos. 2012. Luettu 28.9.2017. [https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/90832/Rap068\\_2012\\_net.ti.pdf?sequence=1](https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/90832/Rap068_2012_net.ti.pdf?sequence=1)

Kulju, K. Lähteenmäki, M-L. Mesiäinen, H. Myryläinen, R. & Rautonen, A. 2014. Fysioterapeutin Eettiset Ohjeet. Suomen Fysioterapeutit - Finlands Fysioterapeuter ry. Luettu 11.12.2017. <https://www.suomenfysioterapeutit.fi/index.php/materiaalisalkku/hyvae-fysioterapiakaeytaentoe/eettiset-ohjeet/318-fysioterapeutin-eettiset-ohjeet-2014/file>

Kulshreshtha, P. & Deepak, KK. 2013. Autonomic nervous system profile in fibromyalgia patients and its modulation by exercise: a mini review. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2013 Mar;33(2):83-91. Luettu 28.12.2016. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23383685>

Laurea ammattikorkeakoulu. 2017. Laurean opinnäytetyöohje. Luettu 25.11.2017. <https://laureauas.sharepoint.com/sites/linkfi/Dokumentit/Laurean%20opinnäytetyöohje.pdf>

Lima, LV., Abner, TSS. & Sluka, KA. 2017. Accepted Article' Does exercise increase or decrease pain? Central mechanisms underlying these two phenomena. *J Physiol.* 2017 Jul 1;595(13):4141-4150. doi: 10.1113/JP273355. Epub 2017 May 26. Luettu 19.6.2017

López-Álvarez, VM., Modol, L., Navarro, X. & Cobiánchi, S. 2015. Early increasing-intensity treadmill exercise reduces neuropathic pain by preventing nociceptor collateral sprouting and disruption of chloride cotransporters homeostasis after peripheral nerve injury. *Pain.* 2015 Sep;156(9):1812-25. Luettu 4.11.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26090759>

Malmivaara, A. & Komulainen, J. 2016. Hartia-olkalihasten rentoutusharjoitteet toimistotyötä tekevien naisten kroonisessa niskakivussa. Näytönastekatsaus. Verkkolähde. Luettu 26.10.2017. <http://xn--kyphoito-0zac.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=nak08821>

Mannerkorpi, K., Landin-Wilhelmsen, K., Larsson, A., Cider, Å., Arodell, O. & Bjersing, JL. 2017. Acute effects of physical exercise on the serum insulin-like growth factor system in women with fibromyalgia. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18:37. Luettu 28.12.2016. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5264319/>

McCaskey, MA. Schuster-Amft, C. Wirth, B. Suica, Z & De Bruin, ED. 2014. Effects of proprioceptive exercises on pain and function in chronic neck- and low back pain rehabilitation: a systematic literature review. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2014;15:382. Luettu 14.7.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4247630/>

Mintken, P. E. & Cleland, J. 2012. In a 32-Year-Old Woman With Chronic Neck Pain and Headaches, Will an Exercise Regimen Be Beneficial for Reducing Her Reports of Neck Pain and Headaches? *Physical Therapy.* 2012, volume 92, number 5: 645 - 651.

Miranda, H. 2016. Ota kipu haltuun. 2. painos. Helsinki: Otava.

Moseley, L. & Butler, D. 2017. Explain Pain Supercharged. 1st edition. NOI Group Publications.

- Naugle, KM., Fillingim, RB. & Riley, JL 3rd. 2012. A meta-analytic review of the hypoalgesic effects of exercise. *J Pain*. 2012 Dec;13(12):1139-50. Luettu 19.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23141188>
- Neurogistics. 2017. Neurogistics Corporation. Luettu 11.11.2017. <https://www.neurogistics.com/the-science/what-are-neurotransmitters>
- Nijs, J., Kosek, E., Van Oosterwijck, J. & Meeus, M. 2012. Dysfunctional endogenous analgesia during exercise in patients with chronic pain: to exercise or not to exercise? *Pain Physician*. 2012 Jul;15(3 Suppl):ES205-13. Luettu 19.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22786458>
- Niskakipu (aikuiset) (online). Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Societas Medicinae Physicis et Rehabilitationis Fenniae ry:n ja Suomen Yleislääketieteen yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2017. Luettu 3.10.2017. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi20010#K1>
- Norrbrink, C., Lindberg, T., Wahman, K. & Bjerkefors, A. 2012. Effects of an exercise programme on musculoskeletal and neuropathic pain after spinal cord injury--results from a seated double-poling ergometer study. *Spinal Cord*. 2012 Jun;50(6):457-61. Luettu 28.12.2016. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22289901>
- Nugraha, B., Karst, M., Engeli, S. & Gutenbrunner, C. 2012. Brain-derived neurotrophic factor and exercise in fibromyalgia syndrome patients: a mini review. *Rheumatol Int*. 2012 Sep;32(9):2593-9. Luettu 28.12.2016. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22210272>
- O'Riordan, C. Clifford, A. Van De Ven, P. & Nelson, J. 2014. Chronic Neck Pain and Exercise Interventions: Frequency, Intensity, Time, and Type Principle. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014;95:770-83. Luettu 5.6.2017. [http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(13\)01222-7/pdf](http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(13)01222-7/pdf)
- Pitcher, MH., Tarum, F., Rauf, IZ., Low, LA. & Bushnell, C. 2017. Modest Amounts of Voluntary Exercise Reduce Pain- and Stress-Related Outcomes in a Rat Model of Persistent Hind Limb Inflammation. *J Pain*. 2017 Jun;18(6):687-701. Luettu 5.11.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28185925>
- Pohjolainen, T. 2009. Terapeuttinen harjoittelu. Teoksessa Kalso, E. Haanpää, M. & Vainio, A. (toim.). 2009. Kipu. 3. uudistettu painos. Duodecim.
- Sabharwal, R., Rasmussen, L., Sluka, KA. & Chapleau, MW. 2016. Exercise prevents development of autonomic dysregulation and hyperalgesia in a mouse model of chronic muscle pain. *Pain*. 2016 Feb;157(2):387-98. Luettu 28.12.2016. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26313406>
- Safakhah, HA., Moradi Kor, N., Bazargani, A., Bandegi, AR., Gholami Pourbadie, H., Khoshkholgh-Sima, B. & Ghanbari, A. 2017. Forced exercise attenuates neuropathic pain in chronic constriction injury of male rat: an investigation of oxidative stress and inflammation. *J Pain Res*. 2017;10:1457-1466. Luettu 28.12.2016. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5499951/>
- Salo, P. Ylönen-Käyrä, N. Häkkinen, A. Kautiainen, H. Mälkiä, E. & Ylinen, J. 2012 Effects of long-term homebased exercise on health-related quality of life in patients with chronic neck pain: a randomized study with a 1-year follow-up. *Disabil Rehabil* 2012, 34: 1971-1977. Luettu 28.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22423628?dopt=Abstract>
- Salo, P. Häkkinen, AH. Kautiainen, H. & Ylinen, JJ. 2010. : Effect of neck strength training on health-related quality of life in females with chronic neck pain: a randomized controlled 1-

year follow-up study. *Health Qual Life Outcomes* 2010, 8: 48. Luettu 28.6.2017.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20465854?dopt=Abstract>

Sandström, M. 2010. *Psykye ja aivotoiminta: neurofysiologinen näkökulma*. Helsinki: WSOYpro.

Savolainen, M., Huusko, T., Keränen, A-M., Lindeman, S., Reponen, AK. & Koponen H. 2004. Endokannabinoidit - monivaikutteinen välittäjäainejärjestelmä mielihyvän ja syömiskäyttäytymisen säätelyssä. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*. 2004;120(12):1457-65. Luettu 12.11.2017. <http://www.duodecimlehti.fi/lehti/2004/12/duo94345>

Sluka, KA., Danielson, J., Rasmussen, L. & DaSilva, LF. 2012. Exercise-induced pain requires NMDA receptor activation in the medullary raphe nuclei. *Med Sci Sports Exerc*. 2012 Mar;44(3):420-7. Luettu 12.11.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21795998>

Stoleru, B., Popescu, AM., Tache, DE., Neamtu, OM., Emami, G., Tataranu, LG., Buteica, AS., Dricu, A. & Purcaru, SO. 2013. Tropomyosin-Receptor-Kinases Signaling in the Nervous System. *Maedica (Buchar)*. 2013 March; 8(1): 43-48. Luettu 16.9.2017. <http://pubmedcentralca.nada.ca/pmcc/articles/PMC3749761/>

Sullivan, AB. Scheman, J. Venesy, D. & Davin, S. 2012. The role of exercise and types of exercise in the rehabilitation of chronic pain: specific or nonspecific benefits. *Curr Pain Headache Rep*. 2012 Apr;16(2):153-61. Luettu 27.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22258395>

Takala, EP. Viikari Juntura, E. & Tynkkynen, EM. 1994. Does group gymnastics at the workplace help in neck pain. *Scand J Rehabil Med* 1994;26:17-20.

Lääketieteen sanasto. 2017. Luettu 5.1.2017. [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_teos=ltt](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_teos=ltt)

Torkkola, S., Heikkinen, H. & Tiainen, S. 2002. *Potilasohjeet ymmärrettäväksi. Opas potilasohjeiden tekijöille*. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Tsakitzidis, G., Remmen, R. & Dankaerts, W. 2013. Non-specific neck pain and evidence-based practice. *ESJ*, 2013, 9: 1857-1881.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. *Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa*. Luettu 11.12.2017. [http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf)

Ylinen, J. 2007. Physical exercises and functional rehabilitation for the management of chronic neck pain. *Europa Medicophysica* 2007 March;43(1):119-32. Luettu 26.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17369784>

Ylinen, J. Häkkinen, A. Nykänen, M. Kautiainen, H. & Takala, EP. 2007. Neck muscle training in the treatment of chronic neck pain: a three-year follow-up study. *Eura Medicophys*. 2007 Jun;43(2):161-9. Luettu 24.10.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17525699?dopt=Abstract>

Ylinen, J. Takala, EP. Nykänen, M. Häkkinen, A. Kautiainen, H. Mälkiä, E. Pohjolainen, T. Karppi, SL. & Airaksinen, O. 2004. Kaularangan ja hartialihasten harjoittelu kroonisen niskakivun hoitona. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 2004;120(16):1958-67. Luettu 3.10.2017. <http://www.duodecimlehti.fi/lehti/2004/16/duo94465>

Ylinen, J. Takala, EP. Nykänen, M. Häkkinen, A. Mälkiä, E. Pohjolainen, T. Karppi, SL. Kautiainen, H & Airaksinen, O. 2003. Active neck muscle training in the treatment of chronic neck pain in women: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2003 May 21;289(19):2509-16. Luettu 28.6.2017. <http://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/196580>

Vaegter, HB., Hoeger Bement, M., Madsen, AB., Fridriksson, J., Dasa, M. & Graven-Nielsen, T. 2017. Exercise increases pressure pain tolerance but not pressure and heat pain thresholds in healthy young men. *Eur J Pain*. 2017 Jan;21(1):73-81. Luettu 5.11.2017.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27264211>

Vantaan kaupunki, fysioterapia. Luettu 11.9.2017. [http://www.vantaa.fi/terveys-\\_ja\\_sosiaalipalvelut/terveyspalvelut/kuntoutus\\_ja\\_terapiat/fysioterapia](http://www.vantaa.fi/terveys-_ja_sosiaalipalvelut/terveyspalvelut/kuntoutus_ja_terapiat/fysioterapia)

Viikari-Juntura, E. 2004. Fyysinen harjoittelu kroonisen niskakivun hoitona. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 2004;120(16):1925-6. Luettu 25.11.2017. <http://www.duodecim-lehti.fi/lehti/2004/16/duo94462>

Viljanen, M., Malmivaara, A., Uitti, J., Rinne, M., Palmroos, P. & Laippala, P. 2003. Effectiveness of dynamic muscle training, relaxation training, or ordinary physical activity for chronic neck pain: randomized controlled trial. *BMJ* 2003;327:475-9. Luettu 27.6.2017.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC188429/>

Vilka, H. & Airaksinen, T. 2004. Toiminnallinen opinnäytetyö. Jyväskylä: Tammi.

Windahl, R. & Välimaa, V. 2012. Tuotekehitysprojekti AMK-yritysyhteistyönä. Opas tekijöille ja toimeksiantajille. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. Luettu 25.11.2017. <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163349.pdf>

Zamir, N. & Maixner, W. 1986. The relationship between cardiovascular and pain regulatory systems. *Ann N Y Acad Sci*. 1986;467:371-84. Luettu 11.11.2017.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3524385/>

Zhang, Z., Cai, YQ., Zou, F., Bie, B. & Pan, ZZ. 2011. Epigenetic suppression of GAD65 expression mediates persistent pain. *Nat Med*. 2011 Oct 9;17(11):1448-55. Luettu 28.12.2016.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21983856/>

## Kuviot

Kuvio 1: Opinnäytetyön keskeisimmät käsitteet .....	10
Kuvio 2: Oppaan tuotekehitysprosessi (Windahl & Välimaa 2012, 11) .....	12
Kuvio 3: Opinnäytetyöprosessi.....	13
Kuvio 4: Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku.....	15
Kuvio 5: Liikunnan kivunlievittymismekanismien tutkimusalueet riippuen lähestymistavasta ja tieteenalasta.....	30
Kuvio 6: Liikunnan vaikutukset sensoriseen hermostoon (Cooper ym. 2016).....	38
Kuvio 7: Liikunnan vaikutukset tulehdusvälittäjäaineisiin (Gleeson ym. 2011).....	39

## Taulukot

Taulukko 1: Aineiston hankinta fysiologisista selittävästä tekijöistä .....	17
Taulukko 2: Yhteenveto liikuntaharjoittelusta kroonisesta epäspesifistä niskakivusta kärsiville kuntoutujille .....	23
Taulukko 3: Yksinkertaistettu esitys yleisimmistä esitetystä liikunnan tuoman kivunlievittymisen vaikutusmekanismeista. ....	37
Taulukko 4: Esille tulleita liikunnan tuoman kivunlievittymisen mahdollisia vaikutusmekanismeja.....	48



## Liitteet

Liite 1: Kirjallisuuskatsaukseen koko tekstin perusteella mukaan hyväksytyt artikkelit ....	66
Liite 2: Potilasohje.....	67

Liite 1: Kirjallisuuskatsaukseen koko tekstin perusteella mukaan hyväksytyt artikkelit

1. Bertozzi, L. Gardenghi, I. Turoni, F. Villafañe, JH. Capra, F. Guccione, AA. & Pillastrini, P. 2013. Effect of therapeutic exercise on pain and disability in the management of chronic non-specific neck pain: systematic review and meta-analysis of randomized trials.
2. Cheng, CH. Su, HT. Yen, LW. Liu, WY. & Cheng, HY. 2015. Long-term effects of therapeutic exercise on nonspecific chronic neck pain: a literature review.
3. Damgaard, P. Bartels, EM. Ris, I. Christensen, R. & Juul-Kristensen, B. 2013. Evidence of Physiotherapy Interventions for Patients with Chronic Neck Pain: A Systematic Review of Randomised Controlled Trials.
4. McCaskey, MA. Schuster-Amft, C. Wirth, B. Suica, Z & De Bruin, ED. 2014. Effects of proprioceptive exercises on pain and function in chronic neck- and low back pain rehabilitation: a systematic literature review.
5. O’Riordan, C. Clifford, A. Van De Ven, P. & Nelson, J. 2014. Chronic Neck Pain and Exercise Interventions: Frequency, Intensity, Time, and Type Principle. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation
6. Ylinen, J. 2007. Physical exercises and functional rehabilitation for the management of chronic neck pain.

## Liite 2: Potilasohje



Kuntoutusyksikkö  
Fysioterapia

# PITKITTYNYT NISKAKIPU

Tämä ohje on pitkittyneen niskakivun omahoitoon. Pitkittynyt niskakipu on harmillinen, mutta vaaraton kiputila, missä kohtuullisella tai korkeatehoisella niskan ja kaulan lihaksiin kohdistetulla harjoittelulla voidaan todistetusti alentaa kipua. Tämä ohje sisältää kuvalliset ohjeet harjoitusliikkeiden suorittamiseen. Harjoitusliikkeiden jälkeen löydät oppaasta ohjeita muuhun omatoimiseen hoitoon.

## HARJOITTELU

Harjoittelun tulee olla riittävän kuormittavaa ja toistua riittävän usein. Kaksi kertaa viikossa on riittävä, mutta kaikki hyötyvät harjoittelun intensiteetin nostamisesta kolmeen kertaan viikossa. Ensimmäisen parin kuukauden aikana harjoittelu kehittää lähinnä lihaksen käskytystä ja vasta pidempiaikainen harjoittelu muuttaa niskalihasten rakenteita.

## HARJOITTEET

**Tarvittavat välineet:** kuminauha, tuoli (tai jumppapallo) sekä ovi, jossa ovenkahva.

**Esivalmistelut:** sido kuminauhan päät yhteen tukevalla solmulla ja laita kuminauha ovenkahvaan oven toiselle puolelle. (KUVA1). Vedä ovi tiukasti kiinni!

**Huomioitavaa:** leuka ei saa työntyä eteenpäin harjoitteiden aikana (KUVA 2).





Kuntoutusyksikkö  
Pysäkötingit

### HARJOITE 1

Istu pystysuorassa asennossa, kuminauha pään ympärillä.

Taivuta vartaloa lantiosta suoraan eteenpäin. Pidä alaselässä pieni luonnollinen notko koko harjoituksen ajan. Tee 15 toistoa.



### HARJOITE 2

Istu pystysuorassa asennossa, kuminauha pään ympärillä.

Taivuta vartaloa lantiosta suoraan taaksepäin. Tee 15 toistoa.



Vantaa  
Vanda

Kuntoutusyksikkö  
Pysäköngle

### HARJOITE 3

Istu pystysuorassa asennossa, kuminauha pään ympärillä.

Kallista lantiosta vasemmalle hieman etuviistoon. Älä kallista selkärangasta. Pidä alaselässä pieni notko koko harjoituksen ajan. Tee 15 toistoa.



### HARJOITE 4

Istu pystysuorassa asennossa, kuminauha pään ympärillä.

Kallista lantiosta oikealle hieman etuviistoon. Älä taivuta selkärangasta. Pidä alaselässä pieni notko koko harjoituksen ajan. Tee 15 toistoa.



Kuntoutuksyksiköt  
Pysyvästi

## LISÄTIETOA PITKITTYYNEESTÄ NISKAKIVUSTA

### Ennuste on hyvä

Täsmällisen diagnoosin tekeminen niskakivuissa on usein haastavaa. Niskakivupotilaan ennuste on kuitenkin useimmiten hyvä ja tästä syystä oireita voidaan hoitaa myös ilman spesifistä diagnoosia.

### Liiku ja kuntoile

Pyri pysymään aktiivisena ja jatkamaan päivittäisiä toimia kivusta huolimatta. Kivut saattavat voimistua harjoitusjakson alussa, tämä on kuitenkin normaalia eikä sitä tarvitse pelästyä.

Kaulan lihasten kestävyysharjoittelua, yleistä voimaharjoittelua ja aerobista liikuntaa suositellaan myös pitkittyneen niskakivun hoidossa. Toimivia voimaharjoitusliikkeitä ovat esimerkiksi hartoiden nosto ja hartiapunnerrus seisten, yhden käden soutuliike eteenpäin nojautuneena toisen käden varaan sekä rintalihasliike ja takaa veto selinmakuulla. Tarkemman ohjeistuksen edellä mainittuun harjoitteluun, voit kysyä fysioterapeutilta. Kävely, uinti, juokseminen ja pyöräily ovat esimerkkejä hyvistä aerobisista liikuntamuodoista.

### Tarvittaessa kipulääkettä

Voit tarvittaessa käyttää kipulääkkeitä lääkärin, hoitohenkilökunnan tai apteekin antamien ohjeiden mukaan.

### Jos kipu jatkuu pidempään

Seurantaikäntä suositellaan, jos kivut jatkuvat vielä voimakkaina useamman viikon säännöllisestä harjoittelusta huolimatta tai sinulla ilmenee selviä säteilykipuoireita.