

**PASSIIVINEN VENYTTELY VIIVÄSTYNEEN LIHASARKUUDEN ELI DOMS:IN  
LIEVENTÄJÄNÄ**

Ella Plosila

Liikuntatieteen kandidaatin tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Syksy 2021

## TIIVISTELMÄ

Plosila, E. 2021. Passiivinen venyttely viivästyneen lihasarkuuden eli DOMS:in lieventäjänä. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, liikuntalääketieteen kandidaatin tutkielma, 29 s., 1 liite.

DOMS eli viivästynyt lihasarkuus on lähes jokaiselle tuttu harjoittelun jälkeinen oire. DOMS ilmenee tyypillisesti silloin, kun liikuntaa on harrastettu pidemmän tauon jälkeen tai aiempaa kovemmallalla intensiteetillä. Yleisimmät oireet ovat lihasten kivun ja kankeuden tunne, joita voidaan arvioida raportoimalla koettua lihasarkuutta. DOMS-oireisiin on pyritty vaikuttamaan monin eri keinoin, joista yksi yleisimmistä on passiivinen venyttely. Passiivisen venyttelyn hyödyllisyys viivästyneen lihasarkuuden lieventäjänä on kuitenkin epäselvä. Vaikka aihepiirin tutkimus on lisääntynyt, tulokset eivät ole tuottaneet selkeää vastausta passiivisen venyttelyn vaikutuksista. Tämän katsauksen tarkoituksena on tarkastella olemassa olevaa tutkimustietoa aiheesta, muodostaen sen avulla selkeämpi näkemys siitä, voidaanko harjoittelun jälkeisellä passiivisella venyttelyllä lieventää viivästyntä lihasarkuutta.

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku toteutettiin käyttäen Medline Ovid- ja SportDiscus-tietokantoja. Haku suoritettiin 18.10.2021 saaden 127 hakutulosta. Hakutuloksista viisi valikoitui mukaan lopulliseen katsaukseen. Mukaan otettujen tutkimusten tuli täyttää asetetut sisäänottokriteerit. Kriteereinä olivat passiivisen venyttelyintervention suorittaminen harjoittelun jälkeen, koetun lihasarkuuden mittaaminen sopivalla itseraportointimenetelmällä sekä pelkän harjoittelun suorittaneen kontrolliryhmän sisällyttäminen tutkimukseen. Lisäksi tutkimuksista tuli olla saatavissa koko teksti.

Yhdessäkään tässä kirjallisuuskatsauksessa mukana olleessa tutkimuksessa passiivisen venyttelyn ei nähty vaikuttaneen viivästyneeseen lihasarkuuteen tilastollisesti eikä kliinisesti merkittävästi. Kahdessa tutkimuksessa oli havaittavissa viitteitä venyttelyn marginaalisista hyödyistä, mutta muissa tutkimuksissa eroja venyttely- ja kontrolliryhmien välille ei syntynyt. Tulosten valossa passiivinen venyttely näyttäytyy pääasiassa tehottomana keinona viivästyneen lihasarkuuden vähentämiseksi.

Saatavilla olevien tutkimusten luotettavuudessa ilmeni joitain puutteita, ja niissä käytetyt venyttelyprotokollat erosivat merkittävästi toisistaan. Koska venyttelyn positiivisen vaikutuksen mahdollisuutta ei kuitenkaan voida poissulkea, kaivataan aiheesta yhä jatkotutkimusta. Yksi tekijä, jonka vaikutusta tuloksiin tulisi tarkastella, on venyttelyn suorittaminen erilaisilla intensiteeteillä. Tiedetään, että liian suuri intensiteetti venytellessä voi aiheuttaa vaurioita lihakseen. Tämän saattaakin kumota venyttelyn mahdolliset positiiviset vaikutukset viivästyneeseen lihasarkuuteen. Lisäksi venyttelyn toistomäärät ja venytysten kesto voivat olla yhteydessä lopputulokseen.

Avainsanat: DOMS, viivästynyt lihasarkuus, passiivinen venyttely, eksentrisen harjoittelu

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 DOMS ELI VIIVÄSTYNYT LIHASARKUUS .....	2
2.1 Mekanismit DOMS:in taustalla .....	2
2.2 DOMS:in mittaaminen .....	3
2.3 Käytettyjä keinoja DOMS:in lievittämiseksi.....	5
3 PASSIIVINEN VENYTTELY .....	8
3.1 Passiivinen venyttelytekniikka .....	8
3.2 Passiivisen venyttelyn yhteys DOMS:iin .....	8
4 METODIT .....	11
4.1 Tutkimuskysymys ja hakuprosessi .....	11
4.2 Tutkimusten valintakriteerit .....	11
4.3 Tutkimusten laadunarviointi.....	13
5 TULOKSET .....	15
6 POHDINTA.....	18
6.1 Vertailua muihin tutkimuksiin.....	18
6.2 Tulosten analysointi.....	19
6.3 Luotettavuuden arviointi.....	21
6.4 Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet .....	22
LÄHTEET .....	24

## LIITTEET

Liite 1: Furlanin ym. (2015) laadunarvioinnin kysymykset.

# 1 JOHDANTO

Useat ihmiset venyttelevät harjoitusten yhteydessä joko ennen tai niiden jälkeen. Koulussa ja harrastuksissa on perinteisesti opetettu, että venyttelemällä voitaisiin muun muassa vähentää loukkaantumiseriskiä, parantaa suorituskykyä sekä ehkäistä harjoittelun jälkeistä lihaskipua. Venyttelyn roolia suorituskyvyn parantajana ja palautumisen optimoijana onkin korostettu kautta aikojen, uskoen lähes kiistatta sen hyödyllisyyteen. Vuonna 2014 Lauersenin ym. tekemän systemaattisen katsauksen ja meta-analyysin valossa voitiin kuitenkin todeta, ettei venyttelyn avulla pystytä vähentämään loukkaantumiseriskiä. Venyttelyn suuresta suosiosta huolimatta, tutkimusnäyttöä sen todellisista hyödyistä onkin tarjolla vain vähän (Afonso ym. 2021).

Eräs keskeinen hyöty, jota etenkin urheilijat tavoittelevat venyttelemällä, on DOMS-oireiden vähentäminen. DOMS on englanninkielinen lyhenne sanoista delayed onset muscle soreness, joka kuvastaa harjoittelun jälkeen ilmenevää viivästynyttä lihasarkuutta eli lihasten kivun ja jäykkyyden tunnetta. Armstrong (1984) ja Cheung ym. (2003) kertovat DOMS-oireiden ilmenevän etenkin kovan eksentrisen harjoittelun seurauksena, erityisesti noin 24–48 tuntia harjoittelun jälkeen. Tarkkoja mekanismeja DOMS:in taustalla ei vielääkään tunneta, mutta kovan harjoittelun yhteydessä syntyvät lihasten mikrovauriot ovat tämänhetkisen ymmärryksen mukaan keskeisin syy viivästyneen lihasarkuuden oireisiin (Armstrong 1984; Cheung ym. 2003).

Venyttelyn roolia myös viivästyneen lihasarkuuden vähentäjä on viime vuosina tutkittu enenevässä määrin, etsien tieteellistä näyttöä sen hyödyllisyydelle. On kuitenkin yhä epäselvää, hyödyttääkö venyttelystä ja mikäli kyllä, niin missä määrin ja millä tavoin. Erilaiset venyttelymuodot ja -tekniikat eroavat toisistaan tarkasteltaessa niiden vaikuttavuutta lihasarkuuden vähentäjänä. Passiivinen venyttely on kuitenkin kiistatta kaikkein eniten käytetty venyttelymuoto viivästyneen lihasarkuuden helpottamiseksi (Afonso ym. 2021; Connolly ym. 2003).

Tämä tutkimus on systemaattinen kirjallisuuskatsaus, joka tarkastelee passiivisen venyttelyn vaikutusta harjoittelun jälkeen ilmaantuvan viivästyneen lihasarkuuden eli DOMS:in vähentäjänä. Tutkimuksen tarkoituksena on koota yhteen olemassa oleva keskeinen tutkimusnäyttö ja saavuttaa tämän avulla yhtenäisempi näkemys siitä, voidaanko harjoittelun jälkeen tapahtuvalla passiivisella venyttelyllä vähentää viivästynyttä lihasarkuutta.

## **2 DOMS ELI VIIVÄSTYNYT LIHASARKUUS**

DOMS (delayed onset muscle soreness) eli viivästynyt lihasarkuus on lähes jokaiselle aikuiselle tuttu oire. Armstrongin (1984) ja Cheungin ym. (2003) mukaan DOMS-oireet syntyvät tyypillisesti sellaisen eksentristä työtä sisältävän harjoittelun seurauksena, jonka vaativuuteen lihakset eivät ole tottuneet. Näin ollen viivästynyt lihasarkuus on lähes väistämätöntä esimerkiksi pitkän tauon jälkeen suoritettavan, aiempaa rankemman tai täysin uudenlaisen harjoittelun seurauksena. Viivästyneen lihasarkuuden keskeisimmät oireet ovat väliaikaisesti lihaksissa ilmevät kivun, voimattomuuden ja jäykkyyden tunteet (Armstrong 1984; Cheung ym. 2003).

Armstrongin (1984) mukaan DOMS-oireet ilmenevät selkeimmin noin 24–48 tuntia harjoittelusta, tämän jälkeen oireet vähenevät hiljalleen ja katoavat kokonaan noin viiden päivän kuluessa. Lihasarkuuden suuruus voi vaihdella aina lievästä päivän aikana katoavasta kankeudesta jopa liikkumista selvästi hankaloittavaan kipuun. Lihakset voivat olla myös kosketusarat niitä tunnusteltaessa. Tyypillisiin oireisiin kuuluu lisäksi liikkuvuuden rajoittuneisuutta. DOMS:ia ei kuitenkaan pidetä vaarallisena tai haitallisena. Oireet voivat ilmetä käytännössä missä tahansa luurankolihasessa, johon on kohdistunut riittävän suurta rasitusta (Armstrong 1984).

### **2.1 Mekanismit DOMS:in taustalla**

Vaikka useat eri teoriat ovat pyrkineet selittämään DOMS:in syntyä, sen tarkkoja mekanismeja ei edelleenkään tunneta täysin. Ehdotetut syntymekanismit perustuvat muun muassa tulehdusreaktioon, lihaksen mekaaniseen vaurioon, vapaiden radikaalien lisääntymiseen, laktaatin kertymiseen sekä entsyymiaktiivisuuden muutoksiin (Appell ym. 1992; Connolly ym. 2003). Yleinen konsensus aiheesta on, ettei mikään yksittäinen teoria kykene selittämään DOMS-ilmiötä täysin (Cheung ym. 2003). Armstrong (1984) kuitenkin toteaa tiedossa olevan, että viivästynyt lihasarkuus aiheutuu lihasten ”liikakäytöstä” eli normaalia suuremmasta voimantuotosta tai voimantuotosta pidemmän tauon jälkeen. Oireiden suuruus riippuu etenkin kuormituksen intensiteetistä, mutta myös sen kestosta ja tyypistä. Eksentrisen harjoittelu aiheuttaa viivästynyttä lihasarkuutta huomattavasti muita lihastyötapoja herkemmin, sillä lihasjännitys yksittäistä lihasyyttä kohti on eksentrisessä työssä kaikkein voimakkainta (Armstrong 1984).

Useaa eri teoriaa ja syntymekanismeja yhdistävä selitysmalli, jonka Armstrong (1984) esitti ensimmäisenä, on pidetty tutkijoiden keskuudessa kuitenkin laajasti hyväksyttynä ja nähty todennäköisenä selityksenä viivästyneelle lihasarkuudelle (Appell ym. 1992; Cheung ym. 2003). Armstrongin (1984) selitysmalli perustuu yleisesti hyväksytyyn käsitykseen siitä, että etenkin eksentrisen lihastyön vaurioittaa lihassolujen sarkomeereja. Lihasten venyessä samalla voimaa tuottaen, lihassolujen heikoimpien sarkomeerien ajatellaan venyvän liikaa ja rikkoutuvan sen seurauksena (Morgan 1990). Siispä Armstrongin (1984) mukaan eksentrisen harjoittelun tuottaman suuren jännitteen seurauksena, lihassoluihin ja niiden solukalvoihin aiheutuu rakenteellisia vaurioita. Solukalvojen vaurioitumisen seurauksena kalsiuminpitoisuuden homeostaasia häiriintyy, mikä aiheuttaa solukuolemaa. Solukuolemien määrä saavuttaa huippunsa noin 48 tuntia harjoittelun jälkeen. Solukuolemien seurauksena paikalle ilmestyneiden makrofagien jäänteet, sekä solunsisäiset tuotteet (kuten histamiini ja kalsium) kasautuvat solun ulkopuolelle, aiheuttaen tuntohermojen vapaiden hermopäätteiden stimulaatiota. Tämän lihaksissa tapahtuvan tuntohermojen hermopäätteiden stimulaation uskotaan johtavan DOMS:iin eli viivästyneeseen lihaskipuun (Armstrong 1984).

## **2.2 DOMS:in mittaaminen**

DOMS:ia eli viivästyntä lihasarkuutta voidaan mitata visuaalisella analogisella asteikolla (VAS-asteikko). VAS-asteikko on kaikkein yleisimmin käytössä oleva menetelmä DOMS:in mittaamiseksi, siinä koettua lihasarkuutta raportoidaan subjektiivisena kivun tuntemuksena (Begum 2019; Warren ym. 1999). Todd ym. (1996) ovat tutkimuksessaan osoittaneet, että 13 mm muutosta 100 mm pituisella VAS-asteikolla (eli 13 %), voidaan pitää raja-arvona kliinisesti merkitsevälle muutokselle kivussa. Asteikon skaala 0–100 on yleensä paperilla 10 cm pituisen janan muodossa, janelle merkintä tapahtuu piirtäen (Todd ym. 1996). Kipua voidaan arvioida myös numeerisesti tai verbaalisesti kipuasteikolla 0–10 (Kipu: Käypä hoito -suositus 2017; Warren ym. 1999). VAS-asteikon reliabiliteettia ja validiteettia kivun mittarina tarkastelevan Begumin (2019) katsauksen mukaan, VAS-asteikkoa voidaan pitää hyvänä mittarina kivulle. Tutkimukset osoittavat myös VAS-asteikon ja numeerisen kipuasteikon (Price ym. 1994) sekä VAS-asteikon ja verbaalisen kipuasteikon (Holdgate ym. 2003) korreloivan keskenään.

Kipua mittaavat asteikot kertovat siis viivästyneen lihasarkuuden kokemuksesta, eivätkä muista menetelmistä poiketen pyri määrittämään aiheutuneen lihasvaurion merkittävyyttä. Koetun lihasarkuuden lisäksi siis harjoittelun aiheuttamaa lihaskudosvauriota ja siihen olennaisesti yhteydessä olevia toiminnallisia, fysiologisia ja biokemiallisia muutoksia käytetään epäsuorina mittarina DOMS:in määrittämiseksi (Warren ym. 1999). Tämän vuoksi DOMS-tutkimuksissa onkin usein koetun lihasarkuuden lisäksi raportoitu muutoksia esimerkiksi liikelaajuudessa (ROM), maksimaalisessa lihasvoimassa (MVC), lihasten turvotuksessa sekä erilaisissa veren proteiini- ja entsyymipitoisuuksissa (Apostolopoulos ym. 2018; Boobphachart ym. 2017; Warren ym. 1999).

Liikelaajuudella (ROM) tarkoitetaan kulmaa, jossa kyseinen nivel kykenee liikkumaan. Nivelen liikelaajuuteen vaikuttaa erityisesti jänteiden ja lihasten venymiskyky (Alter 2004). Warrenin ym. (1999) mukaan kova harjoittelu lisää lihasten kankeutta, mikä puolestaan on kiinteästi yhteydessä heikentyneeseen liikelaajuuteen. Tutkimuksissa ROM määritetään usein mittaamalla nivelkulman ero sen aktiivisen suoristamisen ja rentona pitämisen välillä. Liikelaajuudelle on olemassa viitearvot, joiden avulla nivelen toiminnallista heikentymistä voidaan arvioida. Vähäisestä tutkimuksesta johtuen, ROM:in reliabiliteetti lihasvaurion mittarina on kuitenkin epäselvä (Warren ym. 1999). Larkin-Kaiser ym. (2015) ovat kuitenkin tarkastelleet ROM:in korrelaatiota suoraan viivästyneen lihasarkuuden kokemukseen. Tutkimuksessa seurattiin liikelaajuuden sekä eksentrisellä harjoittelulla aiheutetun viivästyneen lihasarkuuden muutoksia. Tutkimuksessa nähtiin ROM:in muutosten olevan yhteydessä koettuun lihasarkuuteen tarkasteltaessa niitä 48 ja 96 tuntia harjoittelun jälkeen (Larkin-Kaiser ym. 2015).

Useissa tutkimuksissa harjoittelun aiheuttamaa lihaskudosvauriota arvioidaan maksimaalisen lihasvoiman (MVC) muutosten avulla (Boobphachart ym. 2017; Jayaraman ym. 2004; Warren ym. 1999). Koska harjoittelu aiheuttaa lihasten voimantuoton väliaikaista heikkenemistä (Proske & Morgan 2001), MVC on yksi yleisimmistä menetelmistä harjoittelusta aiheutuneen lihasvaurion määrittämiseksi (Warren ym. 1999). Warrenin ym. (1999) mukaan menetelmä on oikein toteutettuna tarkka ja yleisesti ottaen luotettava mittari kertomaan muutoksista voimantuotossa. Luotettavuuden takaamiseksi, keskeistä on vakioda nivelkulma, jossa lihaksen voimantuottoa mitataan. MVC-mittausten avulla harjoittelun jälkeistä palautumisprosessia voidaan seurata tarkasti alusta loppuun, aina lihasvoiman heikkenemisestä sen lähtötasolle palautumiseen saakka (Warren ym. 1999).

Lihaskudokseen aiheuttaa myös turvotusta lihaskudoksessa (Proske & Morgan 2001). Yun ym. (2015) mukaan lihaskudoksen laajuutta voidaan arvioida mittaamalla turvotuksen lihaksen ympärystä tai tarkastelemalla sitä ultraäänen, magneettikuvien tai tomografian avulla. Raskaan harjoittelun jälkeiset erot lihaksessa ilmenevät välittömästi ja ovat selkeitä. Tämän vuoksi menetelmillä pystytään seuraamaan turvotuksen muutosta tarkasti (Yu ym. 2015). Nopein ja yksinkertaisin menetelmä on tarkastella lihaksen ympärystä (Foley ym. 1999). Kyseistä menetelmää käytetäänkin tutkimuksissa varsin usein (Boobphachart ym. 2017; Foley ym. 1999).

Harjoittelun seurauksena elimistössä tiedetään tapahtuvan myös monia biokemiallisia muutoksia, kuten proteiini- ja entsyymipitoisuuksien vaihtelua veressä. Nämä pitoisuuksien vaihtelut voivat toimia merkkiaineina syntyneelle lihaskudokselle (Lee ym. 2002). Merkkiaineita ovat Brancaccion ym. (2010) mukaan esimerkiksi kreatiini-kinasi (CK), laktaattidehydrogenasi (LDH), myosiinin raskasketju (MHC) tai myoglobiini. Kreatiini-kinasi on kaikkein yleisimmin tutkimuksissa käytetty merkkiaine kuvastamaan syntyneitä lihaskudoksia ja siten myös viivästynyttä lihaskudosta (Brancaccio ym. 2010). CK-pitoisuuden ja lihaskudoksen korrelaation ajatellaan perustuvan kyseisen proteiinin suureen kokoon, joka estää sitä poistumasta lihaskudosta solukalvon läpi kalvon ollessa ehjä. Täten veren CK-pitoisuuden nousun ajatellaan olevan yhteydessä syntyneeseen lihaskudokseen (Lee ym. 2002). Koska monet eri tekijät ovat yhteydessä CK-arvoihin, ei pitoisuuden nousun voida kuitenkaan osoittaa korreloivan suoraviivaisesti lihaskudoksen tai viivästyneen lihaskudoksen suuruuteen (Baird ym. 2012).

### **2.3 Käytetyt keinot DOMS:in lievittämiseksi**

DOMS-oireita on pyritty ehkäisemään ja hoitamaan monin eri tavoin. Connollyn ym. (2003) mukaan hieronta ja passiivinen venyttely ovat kaikkein yleisimmät keinot lihaskudoksen vähentämiseksi. Tästä huolimatta näiden molempien niin sanottujen terapeuttisten menetelmien todellinen hyöty, kuten myös monien muiden menetelmien, on enemmän tai vähemmän epäselvää. Muita yleisiä terapeuttisia menetelmiä ovat muun muassa kylmähoito ja foamrolling. Lisäksi viivästynyttä lihaskudosta voidaan pyrkiä lievittämään esimerkiksi ruokavalion, lisäravinteiden tai kipulääkkeiden avulla (Connolly ym. 2003). Passiivisen venyttelyn yhteyttä viivästyneen lihaskudoksen lievittämiseen esitellään tarkemmin seuraavassa pääluvussa.



Perinteinen hieronta on hyvin yleinen ja usein suositeltu palautumismenetelmä. Vaikka hieronnan vaikuttavuus sekä sen mekanismit palautumisen kannalta ovat osittain epäselviä (Cheung ym. 2003; Heiss ym. 2019), on olemassa myös selkeää tutkimusnäyttöä sen hyötyjen puolesta (Dupuy ym. 2018; Heiss ym. 2019; Zainuddin ym. 2005). Zainuddinin ym. (2005) tutkimuksessa hieronnan raportoitiin vähentäneen viivästynyttä lihasarkuutta keskimäärin noin 30 %. Lisäksi lihasten turvotus laski huomattavasti ja sillä oli selkeä vaikutus CK-arvoihin. Lihasten voimantuottoon tai liikelaajuuteen hieronta ei tuottanut selviä muutoksia (Zainuddin ym. 2005). Hieronnan vaikuttavuutta DOMS:iin voidaan Heissin ym. (2019) näkemyksen mukaan selittää kolmen päämekanismin kautta: parasympaattisen hermoston aktivaation muutokset (Martin ym. 2015), lihasvaurion biokemiallisten markkereiden nopeamman puhdistumisen mahdollistava verenkierron ja lymfaattisen järjestelmän aktivaation kasvu (Freiwald 2013, Heiss ym. 2019 mukaan), sekä psykofyysisen vasteen rooli kivunlieventäjänä (Cheung ym. 2003).

Foamrolling on itsenäisesti suoritettava hierontamuoto, joka on kehitetty erityisesti lihashuoltoa ja palautumista varten (Pearcey ym. 2015; Wiewelhove ym. 2019). Pearceyn ym. (2015) mukaan foam rollereilla hierotaan pehmytkudosta, jonka avulla tavoitellaan lihasten kivun, tulehdusreaktion ja jäykkyyden vähentämistä, sekä liikkuvuuden edistämistä. Näiden tavoitteiden toteutuessa, foamrolling onkin erittäin hyvä keino DOMS-oireiden helpottajaksi. Foamrollerilla hieronta tapahtuu käyttäen omaa kehonpainoa, rullaten tai painaen valitsemaansa kohtaa rolleeria vasten. Täten hierottavan kohdan ja hieronnan intensiteetin pystyy säätää itselleen sopivaksi (Pearcey ym. 2015). Foamrollerin käytöstä DOMS:in avuksi on Wiewelhoven ym. (2019) meta-analyysin valossa saatu lupaavaa, mutta pääasiassa kuitenkin vähäistä ja osittain ristiriitaisakin näyttöä. Tulosten ristiriitaisuudesta sekä vähäisestä näytöstä huolimatta, metodi on kovassa suosiossa (Wiewelhove ym. 2019). Foamrollingin suosiota selittänee etenkin sen edullinen hinta, nopea ja helppo käytettävyys sekä yhtäläisyydet urheilijoiden keskuudessa hyödylliseksi koettuun perinteiseen hierontaan (Pearcey ym. 2015).

Myös kylmäterapia on hyvin laajasti käytössä oleva hoitomuoto urheilijoiden palautumisen edistämiseksi sekä kivun lievittämiseksi (Banfi ym. 2010; Fonseca ym. 2016). Banfi ym. (2010) kertovat kylmähoitoja käytettävän sekä akuutin että viivästyneen lihaskivun hoitoon, mutta viivästyneen lihaskivun hoitomuotona siitä ei vielä ole yhtä selkeää näyttöä. Kylmäterapialla pyritään vähentämään etenkin kipua, turvotusta ja tulehdusta. Hoitoa voidaan antaa jääpalojen ja

veden avulla joko paikallisesti tai koko vartalolle. Koko vartalon kylmäaltistukseen käytetään lisäksi huippukylmähoitoa eli kylmäaltistusta yleensä noin -110 asteisen huoneen sisällä. Hoitokeinoja pidetään melko riskittömänä. Tämänhetkisen tutkimustiedon valossa kylmähoito ei ole vaarallista tai haitallista terveelle väestölle (Banfi ym. 2010). Hohenauerin ym. (2015) tekemän katsauksen ja meta-analyysin valossa kylmäterapia on passiivista palatumista selkeästi tehokkaampi menetelmä, jonka avulla on mahdollista saada merkittäviä hyötyjä myös DOMS-oireiden osalta. Myös Dupuyn ym. (2018) tekemässä meta-analyysissä tulokset puhuvat kylmäterapian hyödyllisyyden puolesta.

Ruokavalion ja erilaisten lisäravinteiden avulla voidaan myös pyrkiä vaikuttamaan DOMS-oireisiin ja ennaltaehkäisemään niiden syntyä. Kimin ja Leen (2014) mukaan suurin osa toteutetuista ravitsemusinterventioista on perustunut pyrkimykseen vaikuttaa DOMS:iin liittyvään tulehdusreaktioon tai elimistön antioksidanttivarastojen kasvattamiseen. Aiempien tutkimusten perusteella esimerkiksi kofeiini, omega-3 rasvahappo, tauriini, granaattiomena- ja punajuurimehu, D-vitamiini ja kreatiini voivat auttaa viivästyneeseen lihaskipuun (Harty ym. 2019; Kim & Lee 2014). Siinä missä osa tutkimuksista tuottaa lupaaviakin tuloksia, monissa muissa tutkimuksissa yhteyttä ei ole löydetty ollenkaan (Kim & Lee 2014). Tämän vuoksi varsinaisia ravitsemussuosituksia DOMS:ia ajatellen on hankala antaa.

Tulehduskipulääkkeet ovat olleet jo pitkään yleisessä käytössä DOMS-oireisiin kaiken ikäisten urheilijoiden keskuudessa (Schoenfeld 2012). Heissin ym. (2019) mukaan joidenkin tulehduskipulääkkeiden, kuten ibuprofeenin, ketoprofeenin ja aspiriinin on osoitettu tehoavan osaan DOMS-oireista. Tulehduskipulääkkeiden hyöty perustuu nimensä mukaisesti tulehduksen sekä kivun lievitykseen. Tämänhetkiset tutkimustulokset ovat kuitenkin liian epä johdonmukaisia, ja tutkimukset metodeiltaan niin eriäviä, ettei tulehduskipulääkkeiden todellisesta vaikutuksesta tai sopivasta annostuksesta ole selvyttä (Heiss ym. 2019). Tulehduskipulääkkeiden kaltaisesti toimiva lääkintämuoto eli lääkekannabis saattaa myös tarjota apua DOMS-oireisiin. Hatchettin ym. (2020) tekemässä tutkimuksessa lääkekannabiksen merkittävin yhdiste CBD vähensi suorituksen jälkeen nautittuna DOMS-oireita merkittävästi verrokkiryhmään nähden. Lääkekannabiksen tarkat vaikutusmekanismit eivät vähäisestä tutkimustiedosta johtuen ole selvillä, mutta sen uskotaan vaikuttavan muun muassa kivun-, lihasjäykkyyden- sekä tulehduksen lievittämisen kautta. Lääkekannabiksen potentiaali hoitomuotona vaatii kuitenkin vielä lisätutkimusta (Hatchett ym. 2020).

### **3 PASSIIVINEN VENYTTELY**

#### **3.1 Passiivinen venyttelytekniikka**

Yksinkertaisesti jaoteltuna venyttelyharjoitus voidaan suorittaa joko passiivisesti tai aktiivisesti venyttellen. Seppäsen ym. (2010, 110–111) mukaan passiivisessa venyttelyssä venytettävä henkilö pyrkii olemaan rentona, samalla kun venytys tuotetaan jonkin ulkoisen voiman, välineen tai toisen ihmisen avulla. Passiivinen venytys voidaan siis toteuttaa esimerkiksi toisen ihmisen pidellessä jalkaa ylhäällä, samalla kun venytettävä henkilö makaa selin. Aktiivisesti venytys tuotettaisiin juuri päinvastoin; itsenäisesti ja lihasvoimaa käyttäen. Aktiiviseen venyttelyyn nähden passiivinen venyttelytekniikka lisää nopeammin liikkuvuutta, mutta sen vaikutukset ovat lyhytkestoisempia (Seppänen ym. 2010, 110–111). Passiiviset venytykset, joilla yleensä pyritään lisäämään liikkuvuutta, ovat tyypillisesti keskipitkiä (10–30 sekuntia) tai pitkiä venytyksiä (30–120 sekuntia) (Saari ym. 2009, 63).

Venyttelyllä voidaan Alterin (2004, 26) mukaan vähentää jänteiden ja muiden kudoksrakenteiden jäykkyyttä sekä lisätä niiden elastisuutta. Kudokset voivat kuitenkin revetä, mikäli niihin kohdistettu venyttävä voima on liian suuri. Repeämisen mahdollisuus johtuu kudosten venytystä vastustavasta ominaisuudesta sekä niiden pyrkimyksestä reagoida kohdistettuun voimaan ennakoivasti (Alter 2004, 26). Seppäsen ym. (2020, 111) mukaan passiivisen venytyksen hakeminen nopealla liikkeellä ääriasentoon lisää merkittävästi loukkaantumisriskiä. Tämän vuoksi venyttely tuleekin suorittaa nousujohteisesti sekä riittävän rauhallisesti (Seppänen ym. 2020, 111).

#### **3.2 Passiivisen venyttelyn yhteys DOMS:iin**

Ajatus siitä, että venyttelyllä voidaan vähentää viivästynyttä lihasarkuutta, on saanut alun perin tukea de Vriesin (1961) varhaisesta DOMS-tutkimuksesta. Vaikka tutkimuksen teoria on myöhemmin osoitettu vääräksi, venyttelyn harjoittamista oireiden poistamiseksi on jatkettu sen jälkeenkin (Cheung ym. 2003). Passiivisen venyttelyn, kuten myös muiden venyttelytekniikoiden yhteys DOMS:iin, on yhä tänäkin päivänä epäselvä. Cheungin ym. (2003) sekä Herbertin ym. (2011) katsauksissa nähdään, että venyttelyn ja DOMS:in yhteyttä tarkastelevissa tutkimuksissa

venyttelyn ennaltaehkäisevä vaikutus on vielä epätodennäköisempi kuin sen oireita lieventävä vaikutus. Tutkimusten pääpaino vaikuttaakin olevan nimenomaan harjoittelun jälkeisessä venyttelyssä, eli venyttelyn potentiaalisissa DOMS-oireiden lieventäjänä.

Venyttelyn mahdollisten ennaltaehkäisevien vaikutusten ajatellaan perustuvan etenkin liikkuvuuden lisäämiseen. Myös Cheung ym. (2003) toteavat katsauksessaan tämän olevan mahdollista, sillä eksentrisen harjoittelun aiheuttamat lihaksen mikroauriot syntyvät erityisesti lihaksen ollessa liiallisessa venytyksessä. Täten ajatellaan, että paremmat liikkuvuusominaisuudet lieventäisivät eksentrisen harjoittelun aikaista venytystä lihaksessa ennaltaehkäisten mikroaurioiden syntyä ja viivästyntä lihasarkuutta (Cheung ym. 2003). DOMS-tutkimuksissa liikkuvuuden lisääminen venyttellen tapahtuu yleensä juuri ennen harjoittelua. McHugh ym. (1999) ovat kuitenkin tutkineet ilmiötä hieman eri näkökulmasta. Tutkimuksessa lihasvaurion ja DOMS:in syntyä tarkasteltiin sellaisten ryhmien välillä, joiden liikkuvuusominaisuudet erosiivat jo valmiiksi toisistaan. Taustaoletuksena oli, että heikomman liikkuvuuden ryhmällä eksentrisen harjoittelu aiheuttaisi suuremman venyttävän voiman lihakseen ja sen vuoksi suuremman lihasvaurion. Tutkimuksesta ilmeni, että huonompi passiivinen liikkuvuus oli selkeästi yhteydessä eksentrisen harjoittelun aiheuttamaan lihasvaurioon. Koehenkilöt, joilla oli heikompi liikkuvuus, raportoivat kolmen päivän seurannan aikana enemmän kipua ja arkuutta. Lisäksi heidän CK-tasonsa olivat korkeammalla ja voimantuotto-ominaisuudet heikommat paremman liikkuvuuden ryhmään verrattuna. Tulosten valossa heikompa liikkuvuutta voitiin pitää riskitekijänä myös viivästyneelle lihasarkuudelle (McHugh ym. 1999).

Kuten on jo todettu, liian raju venyttely voi aiheuttaa lihasvaurioita. Tämän vuoksi myös venyttely itsessään saattaa olla syy DOMS-oireisiin. Venyttelyllä ja eksentrisellä harjoittelulla aiheutetut lihaskudosvauriot eivät eroa merkittävästi toisistaan, sillä molemmat perustuvat lihaskudoksen liialliseen venytykseen (Cheung ym. 2003; Lund ym. 1998). Lund ym. (1998) ovat tehneet tutkimuksen, joka tarkastelee passiivisen venyttelyn vaikutusta viivästyneeseen lihasarkuuteen. Tutkimuksessa ryhmällä, joka suoritti eksentrisen harjoittelun lisäksi venyttelyintervention, havaittiin voimantuotto-ominaisuuksien laskeneen alemmas kuin pelkän eksentrisen harjoittelun suorittaneella ryhmällä. Venyttelyn ei kuitenkaan todettu lisäävän DOMS-oireita, mutta tuloksia sen positiivisista vaikutuksista ei myöskään raportoitu. Tutkimuksessa kuitenkin arveltiin intensiivisen venyttelyn lisänneen alun perin harjoittelusta aiheutunutta lihasvauriota (Lund ym. 1998).

Useat aihetta käsittelevät tutkimukset, kuten myös Afonson ym. (2021) meta-analyysi sekä Herbertin ym. (2011) katsaus raportoivat, ettei eksentrisen harjoittelun jälkeisellä venyttelyllä ole havaittu olevan ainakaan tilastollisesti merkitsevää vaikutusta viivästyneeseen lihasarkuuteen, tai sen vaikutus on jäänyt epäselväksi. Joissain tutkimuksissa passiivisen venyttelyn on tosin raportoitu vähentävän DOMS:ia akuutisti, vaikutusten kuitenkin kestäessä korkeintaan muutamia minuutteja (Lund ym. 1998). Harjoittelun jälkeisen passiivisen venyttelyn potentiaaliset vaikutusmekanismit ovat niin ikään epäselvät. On kuitenkin arveltu, että mahdolliset hyödyt perustuisivat esimerkiksi venyttelyn verenkiertoa vilkastuttavaan vaikutukseen (Boobphachart ym. 2017; Zainuddin ym. 2005; Zulaini ym. 2021). Zainuddinin ym. (2005) mukaan vilkastunut verenkierto voisi nopeuttaa harjoittelun seurauksena lihaksiin kertyneiden lopputuotteiden poistumista, joiden puolestaan ajatellaan olevan yhteydessä juuri kivun tuntemukseen. Zulaini ym. (2021) näkevät lisääntyneen verenkierron kipua lievittävän vaikutuksen perustuvan erityisesti laktaatin nopeampaan poistumiseen lihaksista. Laktaatin ei kuitenkaan enää nykyisin ajatella olevan merkittävä tekijä lihasten kipuun tai väsymykseen, toisin kuin pitkään luultiin (Allen ym. 2008; Ferguson ym. 2018).

## 4 METODIT

### 4.1 Tutkimuskysymys ja hakuprosessi

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on tutkia, auttaako harjoittelun jälkeinen passiivinen venyttely vähentämään DOMS:ia eli viivästynyttä lihasarkuutta. Kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymys on: voidaanko harjoittelun jälkeisellä passiivisella venyttelyllä lievittää siitä seuraavaa viivästynyttä lihasarkuutta.

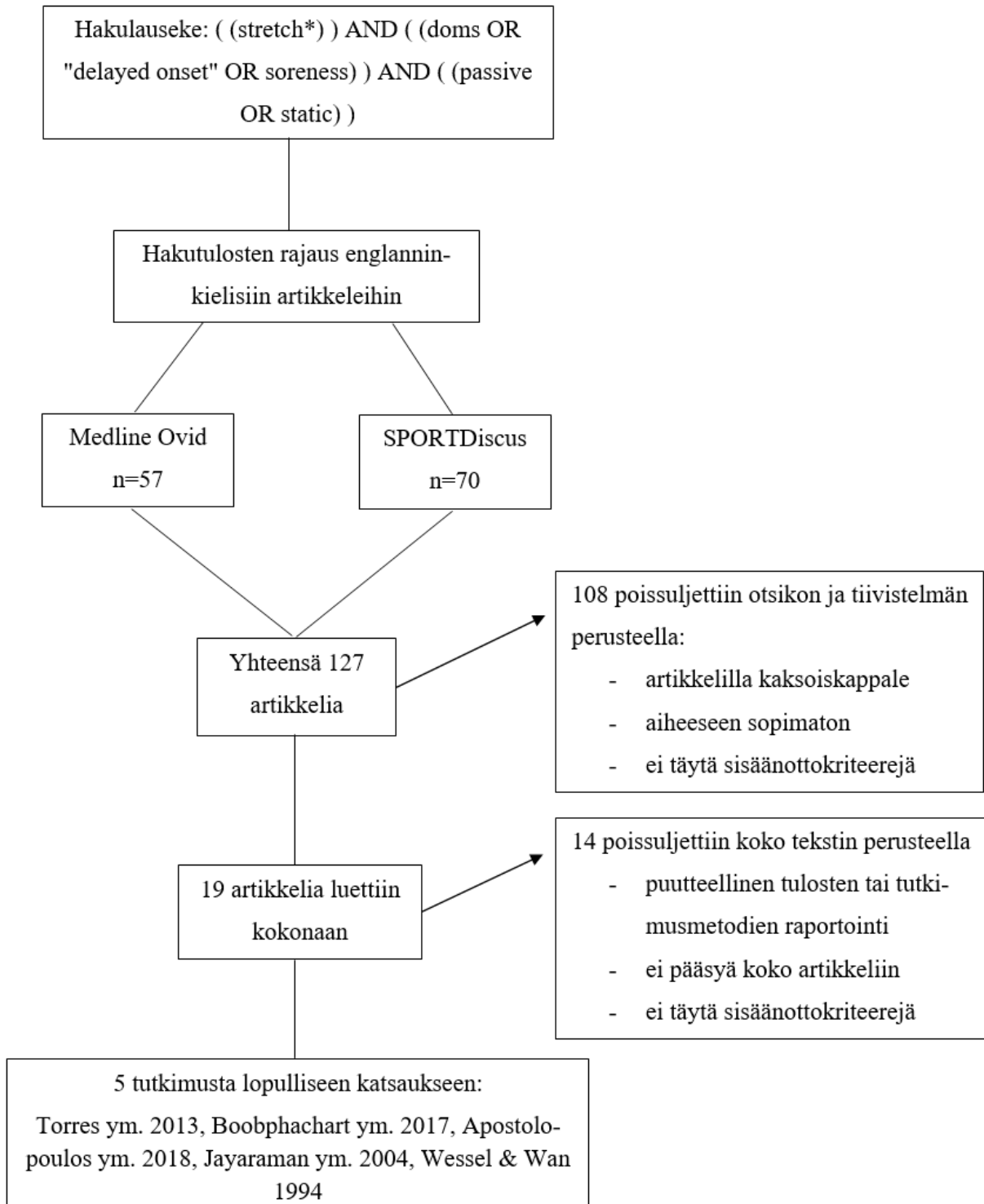
Systemaattinen haku suoritettiin tietokantoihin Medline Ovid ja SPORTDiscus 18.10.2021. Molemmissa hauissa käytettiin avainsanoja, jotka muodostivat seuraavanlaisen hakulausekkeen: ((stretch\*)) AND ((doms OR "delayed onset" OR soreness)) AND ((passive OR static)). Hakua rajattiin englanninkielisiin julkaisuihin. Julkaisuajankohtaa tai julkaisun tyyppiä ei määritely. Tehdyillä hauilla löytyi yhteensä 127 tutkimusta, Medline Ovid n=57 ja SPORTDiscus n=70.

### 4.2 Tutkimusten valintakriteerit

Mukaan otettujen alkuperäistutkimusten tuli täyttää seuraavat kriteerit: 1) tutkimuksessa on suoritettu passiivisen venyttelyn interventio, 2) venyttelyinterventio on toteutettu harjoittelun jälkeen, 3) DOMS:ia on mitattu VAS-asteikolla tai muulla numeerisella koetun lihasarkuuden itseraportointimenetelmällä sekä 4) tutkimuksessa on ollut kontrolliryhmä tai -raaja, joka on suorittanut lihasvoimaharjoittelun ilman muita jälki-interventiota. Lisäksi tutkimuksista tuli olla saatavilla koko teksti.

Saaduista 127 hakutuloksesta poistettiin ensin runsas määrä artikkeleiden kaksoiskappaleita. Otsikoiden ja tiivistelmien huolellisen tarkastelun jälkeen jäljelle jäi 19 artikkelia. Jäljelle jääneet artikkelit luettiin kokonaan läpi tai siihen saakka, kunnes niiden sisällöstä ilmeni selkeät perusteet poissulkemiselle. Viisi tutkimusta jätettiin pois puutteellisten tietojen vuoksi, viidessä tutkimuksessa oli käytetty epäsojivaa menetelmää DOMS:in mittaamiseen, kolmessa tutkimuksessa venyttelyinterventio oli suoritettu ennen harjoittelua sekä yhdestä artikkelista ei ollut

löydettävissä kokonaista tekstiä. Jäljelle jäi viisi artikkelia, jotka täyttivät kaikki asetetut valintakriteerit. Hakuprosessi on esitetty vuokaaviossa (kuvio 1).



KUVIO 1. Vuokaavio.

### 4.3 Tutkimusten laadunarviointi

Tutkimusten laatua arvioitiin laajasti käytössä olevalla, satunnaistetuille kontrolloiduille tutkimuksille luodulla (Furlan ym. 2015) arviointimenetelmällä. Laadunarvioinnin kysymykset (1–13) ovat löydettävissä liitteestä 1. Arvioinnista selviää, että kaikissa käytetyissä tutkimuksissa on puutteita tai epäselvyyksiä laadunarvioinnin kriteeristöön nähden. Kohdat 3, 4 ja 5, jotka käsittelevät tutkittavien, hoidon antajan sekä tulosmuuttujien mittaajan sokkouttamista, jäivät kokonaan toteutumatta tutkimusten luonteesta johtuen. Vaikka sokkouttamista käsittelevät kohdat 3–5 voidaankin jättää huomioimatta, yksikään tutkimus ei toteuttanut jäljelle jääviä kriteerejä täysin. Esimerkiksi tutkittavien analysointia käsittelevästä kohdasta (kohta 7) ei ollut löydettävissä riittävän tarkkaa kuvausta yhdessäkään tutkimuksessa. Satunnaistamismenetelmä sekä ryhmiin ohjautuminen (kohdat 1 ja 2) olivat riittävän tarkasti kuvattuna ainoastaan Apostolopoulosin ym. (2018) tutkimuksessa. Mahdollisia lisäinterventioita, hoitomyöntyvyyttä sekä mittausten ajoitusta käsittelevät kohdat (10, 11 ja 12) puolestaan toteutuivat jokaisessa tutkimuksessa. Tutkimuskohtaiset arvioinnit ovat esitettyinä tarkemmin laadunarvioinnin taulukossa (taulukko 1).



TAULUKKO 1. Tutkimusten laadunarviointi Furlanin ym. (2015) mukaan.

Arviointi-kohta	Apostolopoulos ym. 2018	Boobphachart ym. 2017	Jayaraman ym. 2004	Torres ym. 2013	Wessel & Wan 1994
1.	X	?	?	?	?
2.	X	?	?	?	?
3.	-	-	-	-	-
4.	-	-	-	-	-
5.	-	-	-	-	-
6.	X	?	?	?	?
7.	?	?	?	?	?
8.	?	?	?	?	?
9.	X	X	X	?	X
10.	X	X	X	X	X
11.	X	X	X	X	X
12.	X	X	X	X	X
13.	?	?	?	?	?
<b>Yht.</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

| X = kyllä | - = ei | ? = epävarma |

## 5 TULOKSET

Systemaattiseen katsaukseen valikoitui viisi satunnaistettua kontrolloitua tutkimusta, jotka ovat esiteltynä taulukossa 2. Tutkimuksissa oli mukana sekä naisia (n=22) että miehiä (n=61) yhteensä 83. Osallistujat olivat pääsääntöisesti iältään noin 21–25-vuotiaita, lukuun ottamatta Boobphachartin ym. (2017) tutkimusta, jossa keski-ikä oli 40 vuotta. Tutkittavien raportoitiin harrastavan liikuntaa joko vain satunnaisesti tai ei lainkaan. Tutkittavia rekrytoitaessa kartoitettiin mahdolliset sairaudet, loukkaantumiset ja muut poissulkuun johtavat tekijät tulosten laadun takaamiseksi. Lisäharjoitukset sekä muut interventiot kivun lievittämiseksi kiellettiin tutkittavilta. Tutkimusten sisällä ryhmien väliset demografiset tekijät eivät eronneet merkittävästi toisistaan.

Kaikissa tutkimuksissa DOMS aiheutettiin suorittamalla eksentristä työtä sisältävä lihasvoimaharjoittelu ennen venyttelyä. Ainoastaan yhdessä tutkimuksessa (Wessel & Wan 1994) harjoittelussa suoritettiin eksentrisen vaiheen lisäksi myös liikkeen konsentrisen lihastyön vaihe. Lihasvoimaharjoitteena käytettiin kolmessa tutkimuksessa polven ojennusta (Boobphachart ym. 2017; Jayaraman ym. 2004; Torres ym. 2013) sekä kahdessa tutkimuksessa polven koukistusta (Apostolopoulos ym. 2018; Wessel & Wan 1994). Lukuun ottamatta Wesselin ja Wanin (1994) tutkimusta, ennen varsinaista voimaharjoittelua jokaisen tutkittavan maksimivoima määriteltiin suoritettavan liikkeen osalta. Lihasvoimaharjoittelun suorittivat sekä kontrolli- että interventioryhmät.

Tutkimusten venyttelyinterventiot suoritettiin lihasvoimaharjoittelun jälkeen. Viidessä tutkimuksessa mukana oli yhteensä seitsemän eri venyttelyryhmää. Muista tutkimuksista poiketen Wesselin ja Wanin (1994) tutkimuksessa ei ollut erillistä kontrolliryhmää, vaan osallistujat toimivat itse omina kontrolleinaan suorittaen venyttelyintervention ainoastaan toiselle jalalle. Venyttelyprotokolla oli erilainen joka tutkimuksessa; venyttelyn kesto, intensiteetti sekä toistomäärät vaihtelivat. Lisäksi venytettävissä lihasryhmissä ja venytysasennoissa oli eroavaisuuksia. Jokaisessa tutkimuksessa venyttely kuitenkin suoritettiin vähintään keskeisimmälle työtä tehneelle lihasryhmälle, joka oli tutkimuksesta riippuen joko nelipäinen reisilihas tai takareisi.

DOMS mitattiin raportoimalla koettua lihasarkuutta eri ajankohtina. Boobphachart ym. (2017) sekä Torres ym. (2013) raportoivat koettua lihasarkuutta ennen intervention aloitusta, heti lihasvoimaharjoittelun jälkeen sekä tästä 24, 48 ja 72 tuntia myöhemmin. Apostolopoulos ym. (2018) raportoivat muuten vastaavasti, mutta lihasarkuutta ei mitattu ennen intervention aloittamista. Wesselin ja Wanin (1994) tutkimuksessa mittausajankohdat olivat 12, 24, 36, 48, 60 ja 72 tuntia harjoittelun jälkeen ja Jayaramanin ym. (2004) tutkimuksessa ennen harjoittelua sekä 2, 3, 4, 6, 8 ja 15 päivää myöhemmin. Osallistujat raportoivat lihasarkuuttaan joko suullisesti kipuasteikolla 0–10 tai piirtäen merkinnän VAS-asteikolle.

Yhdessäkään tutkimuksessa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä ( $P < 0.05$ ) eroja tarkasteltaessa viivästyneen lihasarkuuden suuruutta venyttely- ja kontrolliryhmien välillä eri mittausajankohdina. Jokaisessa tutkimuksessa koetun lihasarkuuden kasvu harjoittelun jälkeen oli tilastollisesti merkitsevää lähtöarvoihin verrattaessa, mutta selkeitä ryhmien välisiä eroja ei kuitenkaan syntynyt. Näin ollen lihasarkuuden katoaminen oli lähes samanaikaista riippumatta siitä, olivatko koehenkilöt venytelleet harjoittelun jälkeen.

TAULUKKO 2. Valitut tutkimukset.

Tutkimus	Ryhmät	Osallistujien keski-ikä	Venyttelyinterventio	Harjoittelumuoto	Mittaustapa	Tulokset
<b>Apostolopoulos ym. 2018</b>	Alhaisen intensiteetin venyttely n=10 Korkean intensiteetin venyttely n=10 Kontrolli: erillinen ryhmä n=10	25	3 venytystä Toistoja: 1 Kesto: 60 s Kolmena peräkkäisenä päivänä	Polven koukistus	0–10 kipuasasteikko	(P > 0.05) Ei tilastollisesti merkitsevä
<b>Boobphachart ym. 2017</b>	Venyttely n=17 Kontrolli: erillinen ryhmä n=17	40	1 venytys Toistoja: 3 Kesto: 30 s Kolmesti yhden päivän aikana	Polven ojennus	0–10 kipuasasteikko	(P > 0.05) Ei tilastollisesti merkitsevä
<b>Jayaraman ym. 2004</b>	Venyttely n=8 Kontrolli: erillinen ryhmä n=8	21	6 venytystä Toistoja: 3 Kesto: 20 s 15 päivää / kunnes kipu katosi	Polven ojennus	VAS-asteikko	(P > 0.05) Ei tilastollisesti merkitsevä
<b>Torres ym. 2013</b>	Venyttely n=14 Toistuva venyttely n=14 Kontrolli: erillinen ryhmä n=14	21	10 venytystä Toistoja: 1 Kesto: 30 s Neljänä peräkkäisenä päivänä	Polven ojennus	VAS-asteikko	(P > 0.05) Ei tilastollisesti merkitsevä
<b>Wessel &amp; Wan 1994</b>	Venyttely n=10 Kontrolli: toinen jaloista n=10	25	1 venytys Toistoja: 10 kesto: 60 s Yhden kerran	Polven koukistus	VAS-asteikko	(P > 0.05) Ei tilastollisesti merkitsevä

## 6 POHDINTA

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli tutkia, voidaanko harjoittelun jälkeisellä passiivisella venyttelyllä lievittää siitä seuraavaa viivästynyttä lihasarkuutta. Tuloksia arvioitiin vertaamalla venyttelyharjoituksia suorittaneita interventoryhmiä heidän verrokiryhmiinsä. Raportoitu tulosmuuttuja oli koettu lihasarkuus, jota arvioitiin kipuaasteikolla tai -janalla. Yhdessäkin tässä kirjallisuuskatsauksessa mukana olleessa tutkimuksessa ei viivästyneen lihasarkuuden osalta saavutettu selkeitä eroja interventio- ja kontrolliryhmien välillä. Kuitenkin kahdessa tutkimuksessa lihasarkuuden huomattiin vähentyneen selkeämmin venyttely- kuin kontrolliryhmällä. Havaitut vaikutukset jäivät silti tilastollisesti sekä kliinisesti merkitsevän rajan alle. Tutkimuksista saadut tulokset ovat lähes poikkeuksetta linjassa toisiinsa.

### 6.1 Vertailua muihin tutkimuksiin

Tulokset vaikuttavat yhteneviltä myös useisiin muihin aihetta käsitteleviin katsauksiin nähden. Afonson ym. (2021) tuore systemaattinen katsaus ja meta-analyysi selvitti harjoittelun jälkeisen venyttelyn vaikutusta DOMS:iin, päätyen siihen, ettei viitteitä ole venyttelyn hyödyllisyydestä ole puolesta eikä vastaan. Herbert ja Gabriel (2002) sekä Herbert ym. (2011) ovat systemaattisissa katsauksissaan tarkastelleet sekä ennen että jälkeen harjoittelun suorittavan venyttelyn vaikutusta DOMS:iin. Varhaisemmassa katsauksessa kummankaan eri venyttelyajankohdan ei nähty lievittävän DOMS:ia. Herbertin ym. vuoden 2011 katsauksessa puolestaan oli viitteitä sekä ennen että jälkeen harjoittelun suorittavan venyttelyn vaikuttavuudesta. Tulokset jäivät kuitenkin tilastollisesti merkitsevän rajan alapuolelle. Yleisesti ottaen tutkimukset vaikuttavat tuottavan tuloksen, jonka mukaan venyttely ei ole yhteydessä viivästyneeseen lihasarkuuteen tai havaittu yhteys puhuu venyttelyn vaikuttavuuden puolesta, mutta vaikutus on hyvin pieni eikä tilastollisesti tai kliinisesti merkitsevä. Huolimatta myös siitä, että edellä mainitut katsaukset olivat sisällyttäneet mukaan runsaasti tutkimuksia, joissa DOMS oli aiheutettu eri lihasryhmiin ja erilaisilla liikuntamuodoilla kuin tässä katsauksessa, tulokset eivät poikenneet toisistaan. Kaikissa näissä katsauksissa, kuten myös tässä kirjallisuuskatsauksessa, viivästynyttä lihasarkuutta oli mitattu koetun lihasarkuuden kautta, käyttäen pääsääntöisesti VAS-janaa.

Tutkimuksia muiden kuin passiivisen venyttelytekniikan osalta DOMS:iin on löydettävissä hyvin vähän. Xien ym. (2018) ovat tehneet tutkimuksen verraten staattista sekä jännitys-rentoutus-

venyttelyä, jossa kummankaan venyttelytekniikan ei nähty eroavan merkitsevästi toisistaan tai kontrolliryhmästä. Yahata ym. (2020) puolestaan kertovat jo heidän aiemmassa tutkimuksessa selvinneen, että jännitys-rentoutus-venyttely sekä siitä hieman eroavan PNF-venyttely vaikuttavat kummatkin lieventävän DOMS-oireita. Nykyisessä tutkimuksessa haluttiin selvittää, eroavatko menetelmät toisistaan tutkittaessa venyttelytekniikoiden akuuttia vaikutusta viivästyneeseen lihasarkuuteen. Tulosten valossa molemmat venyttelytekniikat näyttäytyivät yhtä tehokkaina, tuottaen myös heti venyttelyn jälkeen mitattuna selkeän vaikutuksen viivästyneeseen lihasarkuuteen (Yahata ym. 2020). McGrathin ym. (2004) PNF-venyttelyn vaikutusta tarkastelevassa tutkimuksessa puolestaan ei havaittu PNF-tekniikan vaikuttaneen DOMS:iin. Siinä missä Yahata ym. (2020) toteavat jännitys-rentoutus-venyttelyn sekä PNF-venyttelyn kummankin olevan DOMS:in kannalta hyödyllisiä, Xienin ym. (2018) ja McGrathin ym. (2004) tutkimuksissa näiden venyttelytekniikoiden vaikutukset jäivät uupumaan lähes täysin. Koska olemassa oleva tutkimustieto muista venyttelytekniikoista on vielä huomattavasti passiivista venyttelyä vajavaisempaa ja lisäksi ristiriitaista, eri tekniikoiden vaikuttavuutta on mahdotonta arvioida. Tämä saattaa myös havainnollistaa sitä, ettei venyttelystä ole tekniikasta riippumatta selkeää hyötyä viivästyneeseen lihasarkuuteen.

## 6.2 Tulosten analysointi

Mukana olleista tutkimuksista kahdessa (Apostolopoulos ym. 2018; Jayaraman ym. 2004) havaittiin venyttelyryhmien kokeneen vähemmän lihasarkuutta kontrolliryhmään nähden, erojen jääden kuitenkin alle tilastollisen merkitsevän rajan. Apostolopoulosin ym. (2018) tutkimuksessa oli kaksi erilaista passiivisen venyttelyn ryhmää, joista toinen suoritti venyttelyharjoitteet intensiivisemmin. Ryhmistä sillä, joka suoritti venyttelyn alhaisemmalla intensiteetillä, havaittiin positiivinen vaikutus lihasarkuuden vähenemisessä. Ero ryhmien välillä näyttäytyi selkeimpänä viimeisenä mittausajankohtana eli 72 tuntia harjoittelun jälkeen. Havaittu ero antaa tukea jo aiemmin esitetylle näkemykselle siitä, että liian kovalla intensiteetillä suoritettu venyttely voi itsessään aiheuttaa lihasvaurioita ja olla mahdollisesti osallisena DOMS:in syntyyn. Muista tutkimuksista ainoastaan Wessel ja Wan (1994) olivat selkeästi määritelleet suoritettujen venyttelyjen intensiteetin, kertoen sen olleen kivun rajoissa maksimaalinen. Heidän tutkimuksessaan venyttelyn ei nähty lieventäneen kipua ollenkaan. Mikäli venyttelyn liian suurella intensiteetillä

voidaan siis lisätä DOMS:ia, auttaisi tämä selittämään venyttelyinterventioista saatujen hyötyjen vähäisyyttä.

Tulosten yleisen suunnan mukaan sekä tässä että useissa muissa vastaavissa katsauksissa, venyttely näyttäytyy pääasiassa tehottomana metodina viivästyneen lihasarkuuden lievittämiseksi. On myös mahdollista, että tulokset kertovat yksinkertaisesti siitä, ettei (passiivisella) venyttelyllä kyetä vaikuttamaan niihin tekijöihin, jotka esisijaisesti aiheuttavat viivästynyttä lihasarkuutta. Myös Armstrong (1984), joka on koonnut tässä katsauksessa esitellyn mahdollisen tapahtumaketjun DOMS:in syntymekanismeista, painottaa sen olevan ainoastaan ehdotus. Koko ajatus siitä, että venyttely olisi yhteydessä viivästyneeseen lihasarkuuden lievittämiseen, vaikuttaakin rakentuneen monin osin pelkkien todennäköisten olettamusten ja todentamattomien teorioiden varaan.

DOMS:ia oli neljässä tutkimuksessa (Apostolopoulos ym. 2018; Boobphachart ym. 2017; Jayaraman ym. 2004; Torres ym. 2003) tarkasteltu koetun lihasarkuuden lisäksi myös muutamilla epäsuorilla mittareilla. Aiemmin työssä esitellyistä epäsuorista mittareista, eli muutoksista CK-arvoissa, lihaksen turvotuksessa, maksimaalisen lihasvoimassa (MVC) sekä liikelaaajuudessa (ROM), oli käytetty niistä jokaista. Kaikissa kolmessa CK-arvojen muutoksia seuranneessa tutkimuksessa erot CK-pitoisuuksissa jäivät tilastollisesti merkitsevän rajan alle. Myös MVC:tä oli tarkasteltu vastaavasti kolmessa tutkimuksessa, löytämättä merkitseviä eroja ryhmien välillä. Sama ilmiö toistui kahdessa tutkimuksessa, joissa raportoitiin muutoksia lihaksen turvotuksessa. Näistä epäsuorista mittareista venyttelyn nähtiin vaikuttaneen ainoastaan liikelaaajuuteen. ROM:ia tarkasteltiin kahdessa tutkimuksessa, joista molemmissa sen muutokset verrokkeihin nähden olivat tilastollisesti merkitseviä. Vaikka venyttelyn nähtiin vaikuttaneen yhteen viivästyneen lihasarkuuden epäsuorista mittareista, ei kummassakaan tutkimuksessa löydetty minkään muun epäsuoran mittarin eikä koetun lihasarkuuden osalta selkeitä eroja ryhmien väliltä. Käytännössä passiivisen venyttelyn havaittiin vaikuttaneen juuri kuten sen pitäisi-kin eli lisäten liikelaaajuutta. Huolimatta siitä, millaisia tuloksia epäsuorilla mittareilla olisi DOMS:in osalta saatu, niiden perusteella ei voitaisi tehdä varsinaisia johtopäätöksiä, mittareiden kyseenalaisesta validiteetista johtuen.

### 6.3 Luotettavuuden arviointi

Tämä systemaattinen kirjallisuuskatsaus toteutettiin tieteellisiä käytänteitä noudattaen ja pyrkien hyvään toistettavuuteen. Tutkimuskirjallisuuden hakuprosessi suoritettiin aiheen kannalta keskeisiä ja tieteellisesti luotettavia tietokantoja sekä asetettuun tutkimuskysymykseen sopivia hakusanoja käyttäen. Hakusanojen määrittäminen sekä käytettyjen tietokantojen rajallisuus ovat kuitenkin saattaneet jättää katsaukseen sopivaa tutkimuskirjallisuutta haun ulkopuolelle. Katsauksessa käytettyjen tutkimusten valikointi on kuitenkin suoritettu huolellisesti, kuten myös tutkimusten raportointi, mikä tukee katsauksen luotettavuutta sekä toistettavuutta. Huomioitavaa on, että katsaus on toteutettu ainoastaan yhden ihmisen toimesta, mikä on saattanut aiheuttaa harhan riskiä sekä tiedostamatonta valikoitumista tutkimus- ja lähdekirjallisuuden raportoinnissa.

Tarkastellessa tutkimuksia laadunarvioinnin valossa, oli niistä löydettävissä useita puutteita. Tutkimuksissa yhdenkään arviointikohdan ei nähty jääneen täysin toteutumatta tai olevan liian epäluottava, ongelmaksi ilmeni yksinkertaisesti riittämätön raportointi kysytyjen kriteerien osalta. Ainoastaan Apostolopoulosen ym. (2018) tutkimuksesta suurin osa arviointikohdista oli ilmaistu selkeästi. Tutkimus näyttäytyikin laadunarvioinnin osalta muita huomattavasti luotettavampana. Valikoitujen lopputulosten raportointia ei voida analysoida, sillä yhdessäkään tutkimuksessa ei ollut mainintaa ennalta määritellystä tutkimusprotokollasta. Tutkimuskäytännöt näyttivät seuraavan toinen toistaan, käytettyjen metodien ja raportoitujen muuttujien ollessa tarkoituksenmukaisia asetettuun tutkimuskysymykseen nähden.

Tutkimusten luonteesta johtuen tutkittavien, hoidon antajan tai tulosuuttujien mittaajaa ei ollut mahdollista sokkouttaa. Tämän vuoksi sokkouttamisen onnistumista on tarpeetonta sekä mahdotonta arvioida. Keskeisempää tutkimuksissa olikin tutkittavien satunnaistaminen kontrolli- ja venyttelyryhmiin. Satunnaistamisen osalta Apostolopoulosen ym (2018) tutkimus oli ainoa, jossa tämä oli kuvattu riittävän yksityiskohtaisesti. Muissa tutkimuksissa kerrottiin satunnaistamisen tapahtuneen, mutta tietojen epätarkkuuden vuoksi on mahdollista, että satunnaistamisessa tai ryhmiin ohjautumisessa on ollut puutteita. Nämä ovat saattaneet vaikuttaa saatuihin tuloksiin. Kaikki mukaan otetut viisi tutkimusta ovat kuitenkin tutkimusasetelman puolesta satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia. Myös tutkittavien poispuotoaminen kesken



tutkimuksen voi vääristää tuloksia vastaavalla tavalla kuin puutteet satunnaistamisessa. Tämänkin osalta raportointi puuttui jokaisesta muusta, paitsi Apostolopoulosin ym. (2018) tutkimuksesta. Kaiken kaikkiaan on hankala arvioida, miten paljon tutkimuksissa on todellisuudessa ollut riskiä lisääviä tekijöitä ja miltä osin ongelmana on ainoastaan puutteellinen menetelmien raportointi.

Laadunarvioinnin ulkopuolelle jäävät keskeiset tekijät tulosten luotettavuuden kannalta liittyvät erityisesti tulosten mittausmenetelmään, DOMS:in tuottamiseen sekä venyttelyintervention toteuttamiseen. Tutkimuksissa käytetyt mittarit olivat VAS-jana sekä kipuasteikko. Kipua arviointiin ensimmäisen kerran jo ennen harjoittelua, jotta koetun lihasarkuuden lähtötaso voitiin määrittää. Menetelmien on aiemmin tässä katsauksessa todettu kuvaavan kipua ja täten myös koettua lihasarkuutta luotettavasti. Raportointi näillä menetelmillä on yksinkertaista, eikä tutkimuksissa ilmennyt tämän osalta erityistä huomioitavaa. Vaikka kivun tuntemus onkin subjektiivista, samalla menetelmällä ja saman henkilön sitä arvioidessa, skaalan voidaan katsoa säilyneen. Tutkimusten onnistumisen kannalta keskeistä oli tuottaa jokaiselle osallistujalle harjoittelun aiheuttama viivästynyt lihasarkuus. Tutkimusten menetelmät tähän olivat yhtenevät. Kaikissa tutkimuksissa havaittiin tilastollisesti sekä kliinisesti merkitsevä ero lihasarkuudessa lähtötasoon verrattaessa. Lisäksi ryhmien väliset erot pysyivät vähäisinä, mikä puhuu menetelmän toimivuuden puolesta. Puuteet menetelmissä koskivat itse venyttelyinterventiota. Ainoastaan Torresin ym. (2004) tutkimuksessa venyttelyn oli suorittanut sama henkilö jokaiselle osallistujalle, muissa tutkimuksissa venyttely tehtiin itsenäisesti, vaikkakin ohjeistetuksi. Venyttelyn suorittaminen ilman valvontaa on saattanut pahimmillaan johtaa siihen, ettei venyttelyä ole suoritettu todellisuudessa ollenkaan tai se on tehty ohjeistuksesta poiketen. Tutkimukset olivat venyttelyinterventioiden osalta eriäviä asentojen, toistomäärien sekä venytyksen keston suhteen, minkä vuoksi ne eivät myöskään ole keskenään täysin vertailukelpoisia.

#### **6.4 Yhteenveto ja jatkotutkimusaiheet**

Tämä kirjallisuuskatsaus ei kyennyt antamaan selkeää vastausta asetettuun tutkimuskysymykseen ”*voidaanko harjoittelun jälkeisellä passiivisella venyttelyllä lievittää siitä seuraavaa viivästynyttä lihasarkuutta*”. Katsauksessa mukana olleiden tutkimusten perusteella voidaan kui-

tenkin todeta, ettei passiivisella venyttelyllä ole selkeää vaikutusta viivästyneeseen lihasarkuuteen. Vaikutusten mahdollisuutta ei kuitenkaan pystytä poissulkea eikä vahvistaa. Olemassa oleva tutkimustieto viivästyneen lihasarkuuden syntymekanismeista sekä venyttelyn mahdollisista vaikutuskeinoista on yhä puutteellista. Aiheen kannalta olisikin olennaista ymmärtää paremmin näitä taustalla olevia mekanismeja, jotta nähtäisiin, ovatko venyttely ja DOMS keskeisesti yhteydessä toisiinsa, ja millä tavoin.

Aiheen tutkimiseksi olisi tärkeää määrittää selkeä protokolla, jonka avulla voitaisiin tuottaa laadukkaita ja vertailukelpoisempia tutkimuksia. Keskeisin tekijä jatkotutkimusta ajatellen vaikuttaisi olevan venyttelyprotokollan määrittäminen erityisesti venytysten intensiteetin osalta. Jotta eri intensiteettien vaikutus tuloksiin voitaisiin nähdä, myös venytysten toistomäärät sekä kesto tulisi vakioda vertailun helpottamiseksi. Vastaavasti toistomäärien mahdollista kumulatiivista vaikutus tulisi tutkia. Tulosten raportoinnissa olisi myös tarkennettavaa. Tämän katsauksen tutkimuksista vain yhdessä oli saatavilla tarkat koetun lihasarkuuden arvot eri ryhmille VAS-asteikolle asetettujen lukemien muodossa. Mielenkiintoista olisi lisäksi nähdä tuloksia McHughin ym. (1999) tutkimuksessa esille nostetusta liikkuvuuden lähtötason vaikutuksesta DOMS:in kokemukseen, vaikka se ei suoraan tämän katsauksen tutkimuskysymykseen tuottaisikaan vastausta.

## LÄHTEET

- Afonso, J., Clemente, F. M., Nakamura, F. Y., Morouço, P., Sarmiento, H., Inman, R. A. & Ramirez-Campillo, R. (2021). The effectiveness of post-exercise stretching in short-term and delayed recovery of strength, range of motion and delayed onset muscle soreness: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in physiology*, 12, 553. doi:[10.3389/fphys.2021.677581](https://doi.org/10.3389/fphys.2021.677581).
- Allen, D. G., Lamb, G. D. & Westerblad, H. (2008). Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiological reviews*. <https://doi.org/10.1152/physrev.00015.2007>.
- Alter, M. J. (2004). *Science of flexibility (3rd ed ed.) Human Kinetics*.
- Apostolopoulos, N., Lahart, I., Plyley, M., Taunton, J., Nevill, A., Koutedakis, Y., Wyon, M. & Metsios, G. (2018). The Effects of Different Passive Static Stretching Intensities on Recovery from Unaccustomed Eccentric Exercise - A Randomized Controlled Trial. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism* 43(8). doi:[10.1139/apnm-2017-0841](https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0841).
- Appell, H. J., Soares, J. M. C. & Duarte, J. A. R. (1992). Exercise, muscle damage and fatigue. *Sports Medicine* 13(2), 108-115. doi:[10.2165/00007256-199213020-00006](https://doi.org/10.2165/00007256-199213020-00006).
- Armstrong, R. B. (1984). Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Medicine and science in sports and exercise* 16(6), 529-538. doi:[10.1249/00005768-198412000-00002](https://doi.org/10.1249/00005768-198412000-00002).
- Baird, M. F., Graham, S. M., Baker, J. S. & Bickerstaff, G. F. (2012). Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *Journal of nutrition and metabolism*, 2012, 960363. doi:[10.1155/2012/960363](https://doi.org/10.1155/2012/960363).
- Banfi, G., Lombardi, G., Colombini, A. & Melegati, G. (2010). Whole-body cryotherapy in athletes. *Sports medicine* 40(6), 509-517. doi:[10.2165/11531940-000000000-00000](https://doi.org/10.2165/11531940-000000000-00000).
- Begum, M. R. (2019). Validity and reliability of visual analogue scale (vas) for pain measurement. *Journal of Medical Case Reports and Reviews* 2(11).
- Boobphachart, D., Manimmanakorn, N., Manimmanakorn, A., Thuwakum, W. & Hamlin, M. J. (2017). Effects of elastic taping, non-elastic taping and static stretching on recovery after intensive eccentric exercise. *Research in Sports Medicine* 25(2), 181-190. doi:[10.1080/15438627.2017.1282360](https://doi.org/10.1080/15438627.2017.1282360).
- Brancaccio, P., Lippi, G. & Maffulli, N. (2010). Biochemical markers of muscular damage. *Clinical chemistry and laboratory medicine* 48(6), 757-767. <https://doi.org/10.1515/CCLM.2010.179>.

- Cheung, K., Hume, P. A. & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness. *Sports medicine* 33(2), 145-164. doi:10.2165/00007256-200333020-00005.
- Connolly, D. A., Sayers, S. P. & McHugh, M. P. (2003). Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *Journal of strength and conditioning research* 17(1), 197-208.
- De Vries, H. A. (1961). Electromyographic observations of the effects of static stretching upon muscular distress. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation* 32(4), 468-479.  
<https://doi.org/10.1080/10671188.1961.10613174>
- Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D., Bosquet, L. & Dugué, B. (2018). An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Markers of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Frontiers in physiology* 9, 403.  
<https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00403>.
- Ferguson, B. S., Rogatzki, M. J., Goodwin, M. L., Kane, D. A., Rightmire, Z. & Gladden, L. B. (2018). Lactate metabolism: historical context, prior misinterpretations, and current understanding. *European journal of applied physiology* 118(4), 691-728.  
<https://doi.org/10.1007/s00421-017-3795-6>
- Foley, J. M., Jayaraman, R. C., Prior, B. M., Pivarnik, J. M., & Meyer, R. A. (1999). MR measurements of muscle damage and adaptation after eccentric exercise. *Journal of applied physiology* 87(6), 2311-2318. doi: [10.1519/1533-4287\(2003\)017<0197:tapodo>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0197:tapodo>2.0.co;2).
- Fonseca, L. B., Brito, C. J., Silva, R. J., Silva-Grigoletto, M. E., da Silva, W. M., Junior, & Franchini, E. (2016). Use of Cold-Water Immersion to Reduce Muscle Damage and Delayed-Onset Muscle Soreness and Preserve Muscle Power in Jiu-Jitsu Athletes. *Journal of athletic training* 51(7), 540–549. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.9.01>.
- Furlan, A. D., Malmivaara, A., Chou, R., Maher, C. G., Deyo, R. A., Schoene, M., Bronfort, G. & van Tulder, M. W. (2015). Updated Method Guideline for Systematic Reviews in the Cochrane Back and Neck Group. *Spine* 40 (21), 1660-1673.  
doi:[10.1097/BRS.0000000000001061](https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001061).
- Harty, P. S., Cottet, M. L., Malloy, J. K. & Kerksick, C. M. (2019). Nutritional and Supplementation Strategies to Prevent and Attenuate Exercise-Induced Muscle

- Damage: a Brief Review. *Sports medicine – open* 5(1), 1.  
<https://doi.org/10.1186/s40798-018-0176-6>.
- Hatchett, A., Armstrong, K., Hughes, B. & Parr, B. (2020). The influence cannabidiol on delayed onset of muscle soreness. *Int J Phys Ed Sport Health* 7(2), 89-94.
- Heiss, R., Lutter, C., Freiwald, J., Hoppe, M. W., Grim, C., Poettgen, K., Forst, Bloch, W., Hüttel, M. & Hotfiel, T. (2019). Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS)–part II: treatment and prevention. *Sportverletzung· Sportschaden* 33(01), 21-29. doi:10.1055/a-0810-3516.
- Herbert, R. D. & Gabriel, M. (2002). Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ (Clinical research ed.)* 325(7362), 468. <https://doi.org/10.1136/bmj.325.7362.468>
- Herbert, R. D., de Noronha, M. & Kamper, S. J. (2011). Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. *Cochrane Database of Systematic Reviews* (7).
- Hohenauer, E., Taeymans, J., Baeyens, J. P., Clarys, P. & Clijsen, R. (2015). The Effect of Post-Exercise Cryotherapy on Recovery Characteristics: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PloS one* 10(9), e0139028.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139028>.
- Holdgate, A., Asha, S., Craig, J. & Thompson, J. (2003). Comparison of a verbal numeric rating scale with the visual analogue scale for the measurement of acute pain. *Emergency medicine* 15(5-6), 441–446. <https://doi.org/10.1046/j.1442-2026.2003.00499.x>.
- Jayaraman, R. C., Reid, R. W., Foley, J. M., Prior, B. M., Dudley, G. A., Weingand, K. W. & Meyer, R. A. (2004). MRI evaluation of topical heat and static stretching as therapeutic modalities for the treatment of eccentric exercise-induced muscle damage. *European journal of applied physiology* 93(1), 30-38. doi:10.1007/s00421-004-1153-y.
- Kim, J. & Lee, J. (2014). A review of nutritional intervention on delayed onset muscle soreness. Part I. *Journal of exercise rehabilitation* 10(6), 349–356.  
<https://doi.org/10.12965/jer.140179>
- Kipu. Käypä hoito -suositus 2017. (2017). Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Anestesiologiyhdistyksen ja Suomen Yleislääketieteen yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 18.11.2021.  
[www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi).

- Larkin-Kaiser, K. A., Parr, J. J., Borsa, P. A. & George, S. Z. (2015). Range of motion as a predictor of clinical shoulder pain during recovery from delayed-onset muscle soreness. *Journal of athletic training* 50(3), 289–294. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.5.05>.
- Lee, J., Goldfarb, A.H., Rescino, M.H., Hedge, S., Patrick, S. & Apperson, K. (2002). Eccentric exercise effect on blood oxidative stress markers and delayed onset of muscle soreness. *Med Sci Sports Exerc* 34 (3), 443-448. doi:[10.1097/00005768-200203000-00010](https://doi.org/10.1097/00005768-200203000-00010).
- Lund, H., Vestergaard-Poulsen, P., Kanstrup, I. L. & Sejrsen, P. (1998). The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 8(4), 216-221.
- Martin, J. S., Borges, A. R. & Beck, D. T. (2015). Peripheral conduit and resistance artery function are improved following a single, 1-h bout of peristaltic pulse external pneumatic compression. *European journal of applied physiology* 115(9), 2019-2029. doi:[10.1007/s00421-015-3187-8](https://doi.org/10.1007/s00421-015-3187-8).
- McGrath, R. P., Whitehead, J. R. & Caine, D. J. (2014). The Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Post-Exercise Delayed Onset Muscle Soreness in Young Adults. *International journal of exercise science* 7(1), 14–21.
- McHugh, M. P., Connolly, D. A., Eston, R. G., Kremenik, I. J., Nicholas, S. J. & Gleim, G. W. (1999). The role of passive muscle stiffness in symptoms of exercise-induced muscle damage. *The American journal of sports medicine* 27(5), 594–599. <https://doi.org/10.1177/03635465990270050801>.
- Morgan, D. L. (1990). New insights into the behavior of muscle during active lengthening. *Biophysical journal* 57(2), 209-221. doi:[10.1016/S0006-3495\(90\)82524-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3495(90)82524-8).
- Pearcey, G. E., Bradbury-Squires, D. J., Kawamoto, J. E., Drinkwater, E. J., Behm, D. G. & Button, D. C. (2015). Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *Journal of athletic training* 50(1), 5–13. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.1.01>.
- Price, D. D., Bush, F. M., Long, S. & Harkins, S. W. (1994). A comparison of pain measurement characteristics of mechanical visual analogue and simple numerical rating scales. *Pain* 56(2), 217-226. doi:[10.1016/0304-3959\(94\)90097-3](https://doi.org/10.1016/0304-3959(94)90097-3).

- Proske, U. & Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *The Journal of physiology* 537(2), 333-345. doi:10.1111/j.1469-7793.2001.00333.x.
- Saari, M., Lumio, M., Asmussen, P. & Montag, H-J. (2009). Käytännön lihashuolto. Lahti: VK- Kustannus Oy.
- Schoenfeld, B. J. (2012). The Use of Nonsteroidal anti-inflammatory drugs for exercise-induced muscle damage. *Sports medicine* 42(12), 1017-1028. doi:10.1007/BF03262309.
- Seppänen, L., Aalto, R. & Tapio, H. (2010). Nuoren urheilijan fyysinen harjoittelu. Jyväskylä: WSOYpro Oy.
- Todd, K. H., Funk, K. G., Funk, J. P. & Bonacci, R. (1996). Clinical significance of reported changes in pain severity. *Annals of emergency medicine* 27(4), 485-489. doi:10.1016/s0196-0644(96)70238-x.
- Torres, R., Pinho, F., Duarte, J. A. & Cabri, J. M. (2013). Effect of single bout versus repeated bouts of stretching on muscle recovery following eccentric exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport* 16(6), 583-58. doi:10.1016/j.jsams.2013.01.002.
- Warren, G. L., Lowe, D. A. & Armstrong, R. B. (1999). Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports medicine* 27(1), 43-59. doi:10.2165/00007256-199927010-00004.
- Wessel, J. & Wan, A. (1994). Effect of Stretching on the Intensity of Delayed-Onset Muscle Soreness. *Clinical Journal of Sport Medicine* 4(2), 83-87. doi:10.1097/00042752-199404000-00003.
- Wiewelhoe, T., Döweling, A., Schneider, C., Hottenrott, L., Meyer, T., Kellmann, M., Pfeiffer, M. & Ferrauti, A. (2019). A Meta-Analysis of the Effects of Foam Rolling on Performance and Recovery. *Frontiers in physiology* 10, 376. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00376>.
- Xie, Y., Feng, B., Chen, K., Andersen, L. L., Page, P. & Wang, Y. (2018). The Efficacy of Dynamic Contract-Relax Stretching on Delayed-Onset Muscle Soreness Among Healthy Individuals: A Randomized Clinical Trial. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 28(1), 28-36. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000442>
- Yahata, K., Sato, S., Kiyono, R., Inaba, K., Sutoh, S., Hiraizumi, K. & Nakamura, M. (2020). The acute effect of stretching on eccentrically-damaged muscle: Analysis of

differences between Hold relax stretching and modified PNF stretching. Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine, 157-164.

Doi:10.7600/jspfsm.69.157.

Yu, J. Y., Jeong, J. G. & Lee, B. H. (2015). Evaluation of muscle damage using ultrasound imaging. Journal of physical therapy science 27(2), 531-534. doi:[10.1589/jpts.27.531](https://doi.org/10.1589/jpts.27.531).

Zainuddin, Z., Newton, M., Sacco, P. & Nosaka, K. (2005). Effects of massage on delayed onset muscle soreness, swelling, and recovery of muscle function. Journal of athletic training 40(3), 174. PMID:[PMC1250256](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1250256/).

Zulaini, Harahap, N.S., Siregar, N.S. & Zulfahri (2021). Effect Stretching and Recovery on Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) After Exercise. Journal of Physics: Conference Series 1811. doi:[10.1088/1742-6596/1811/1/012113](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1811/1/012113).



LIITE 1. Furlanin ym. (2015) laadunarvioinnin kysymykset.

1. OLIKO SATUNNAISTAMISMENETELMÄ RIITTÄVÄ?
2. TAPAHTUIKO RYHMIIN OHJAUTUMINEN SALATUSTI?
3. SOKKOUTETTIINKO TUTKITTAVA?
4. SOKKOUTETTIINKO HOIDON ANTAJA?
5. SOKKOUTETTIINKO TULOSMUUTTUJEN MITTAAJA?
6. ONKO TUTKIMUKSESTA POSPUDONNEET KUVATTU JA NIIDEN MÄÄRÄ HYVÄKSYTTÄVÄ?
7. ANALYSOITIINKO TUTKITTAVAT NIISSÄ RYHMISSÄ, JOIHIN HEIDÄT SATUNNAISTETTIIN?
8. ONKO TUTKIMUS VAPAA VALIKOIDUISTA TULOSMUUTTUJEN RAPORTOINNISTA?
9. OVATKO RYMÄT SAMANLAISIA TUTKIMUKSEN ALUSSA TULOSMUUTTUJEN JA TÄRKEIMPIEN ENNUSTAVIEN TEKIJÖIDEN SUHTEEN?
10. SAIVATKO RYHMÄT SAMAA HOITOA INTERVENTIOTA LUKUUN OTTAMATTA?
11. OLIKO HOITOMYÖNTYVYYS HYVÄKSYTTÄVÄ?
12. OLIKO MITTAUSTEN AJOITUS SAMA ERI RYHMILLE
13. ONKO TUTKIMUS VAPAA MUISTA MAHDOLLISISTA HARHAAAIHEUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ?