



# **AlterG® painokevennetyn juoksumaton käyttö urheilijoiden alaraajavammojen kuntoutuksessa**

**Integroiva kirjallisuuskatsaus**

Karoliina Ukskoski

Opinnäytetyö, AMK

Joulukuu 2023

Fysioterapian tutkinto-ohjelma

**Ukskoski, Karoliina**

**AlterG® painokevennetyn juoksumaton käyttö urheilijoiden alaraajavammojen kuntoutuksessa**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Joulukuu 2023, 33 sivua

Fysioterapian tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

## **Tiivistelmä**

Teknologian jatkuva kehitys tuo uusia mahdollisuuksia fysioterapiaan ja kuntoutukseen perinteisten menetelmien rinnalle. Uusien innovaatioiden kuten AlterG® -painokevennetyn juoksumaton myötä fysioterapia-asiakkaiden kuntoutumista pystytään tehostamaan ja paranemisprosessia nopeuttamaan. Erytisesti urheilijoiden kohdalla kuntoutuksen tehostaminen on merkittävää, koska urheilussa mahdollisimman pian vamman jälkeen harjoittelun ja erityisesti lajinomaisen harjoittelun pariin pääseminen on tärkeää.

Opinnäytetyö toteutettiin integroivana kirjallisuuskatsauksena ja sen tavoitteena oli löytää kuinka AlterG®:tä on käytetty urheilijoiden alaraajavammojen kuntoutuksessa ja kuinka kuntoutusta voitaisiin tehostaa AlterG®:n avulla. Tiedonhaku tapahtui kahdesta eri tietokannasta, jotka olivat PubMed ja SPORTDiscus sekä manuaalisella käsihaulla. Opinnäytetyöhön valittiin sisäänotto- ja poissulkukriteerien läpikäymisen ja laadun arvioinnin jälkeen 9 tutkimusta, jotka analysoitiin aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä.

AlterG® näyttää olevan turvallinen ja nopea tapa siirtyä alaraajavamman ja siihen usein liittyvän juoksu-tauon jälkeen takaisin juoksuharjoitteluun sekä normaaliin juoksuun. AlterG®:n hyödyksi nähtiin juoksusta tuttujen liikemallien ja -ratojen käyttö sekä hallittu, asteittainen siirtymä kohti normaalia juoksua. AlterG -harjoittelulla pystyttiin ylläpitämään ja kehittämään kuntoutujien kestävyyskuntoa kuntoutuksen aikana ja vähentämään juoksussa tarvittavien lihasten atrofiaa. Myös psyykkisiä hyötyjä löydettiin. Turvallinen ajan-kohta kuntoutuksessa normaaliin juoksuun siirtymiselle nähtiin olevan, kun kuntoutuja pystyi suorittamaan harjoitukset AlterG®:llä 85–95 % kehonpainolla oireitta ja kivuita.

## **Avainsanat (asiasanat)**

AlterG, painokevennetty juoksumatto, alaraajavammat, urheilijat, urheilufysioterapia

## **Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)**

-

**Ukskoski, Karoliina**

### **Use of AlterG® anti-gravity treadmill in the rehabilitation of athletes' lower limb injuries**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, December 2023, 33 pages.

Degree Programme in Physiotherapy. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

#### **Abstract**

The continuous development of technology brings new opportunities for physiotherapy and rehabilitation alongside traditional methods. With the contribution of new innovations such as the AlterG® anti-gravity treadmill, it is possible to enhance the rehabilitation of physiotherapy clients and speed up the healing process. For athletes in particular, the enhancement of rehabilitation is significant, because in sports it is important to get back to training as soon as possible after an injury, and especially sport-specific training.

The thesis was carried out as an integrative literature review and its goal was to find out how AlterG® has been used in the rehabilitation of athletes' lower limb injuries and how rehabilitation could be enhanced with the help of AlterG®. The data for the review was searched from two different databases and by manual search. After going through the inclusion and exclusion criteria, 9 studies were selected for the thesis, which were analyzed with data-oriented content analysis.

AlterG® was found to be a safe and quick way to transition back to running training and ground running after a lower limb injury and the often-associated break from running. The benefits of AlterG® were seen to be the use of movement patterns and trajectories familiar from ground running and a controlled, gradual transition towards normal running. With AlterG® training, it was possible to maintain and develop the endurance fitness of the patients during the rehabilitation and to reduce the atrophy of the muscles needed for running. Psychological benefits were also found. A safe time in rehabilitation to switch to ground running was seen to be when the patient could perform the exercises with AlterG® at 85–95% body weight without symptoms and without pain.

#### **Keywords/tags (subjects)**

AlterG, anti-gravity treadmill, lower limb injuries, athletes, sport physiotherapy

#### **Miscellaneous (Confidential information)**

-

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Mikä on AlterG®?.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Painokevennetyn juoksumaton tuomat muutokset juoksuun .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Urheilijoiden yleisimmät alaraajavammat .....</b>	<b>9</b>
4.1	Akuutit vammat.....	9
4.1.1	Akuutit nilkkavammat.....	10
4.1.2	Akuutit polvivammat .....	10
4.2	Rasitusvammat.....	12
<b>5</b>	<b>Opinnäytetyön tavoite ja tutkimuskysymykset.....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Opinnäytetyön toteutus.....</b>	<b>14</b>
6.1	Menetelmä .....	14
6.2	Tiedonhaku, aineiston valinta ja kuvaus .....	15
6.3	Aineiston analyysi.....	18
<b>7</b>	<b>Tulokset.....</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>Johtopäätökset.....</b>	<b>26</b>
<b>9</b>	<b>Pohdinta.....</b>	<b>27</b>
9.1	Tulosten pohdinta .....	27
9.2	Luotettavuus ja eettisyys .....	28
9.3	Jatkotutkimusaiheet.....	29
	<b>Lähteet .....</b>	<b>30</b>

## Kuviot

Kuvio 1	AlterG® painokevennetty juoksumatto takaa .....	5
Kuvio 2	AlterG® painokevennetty juoksumatto .....	5

## Taulukot

Taulukko 1	Ote Klinen ja muiden (2015) juoksuvauhtien muunnostaulukosta .....	7
Taulukko 2	Painokevennetyn juoksumaton tuomia fyysisiä muutoksia samalla vauhdilla tapahtuvaan normaaliin juoksuun .....	8
Taulukko 3	Aineistonvalintaprosessi.....	16
Taulukko 4	Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset .....	17
Taulukko 5	Esimerkki sisällönanalyysistä aineistoa luokittelemalla .....	18
Taulukko 6	Palke ja muiden (2021) tutkimuksen kuntoutusprotokolla .....	19

Taulukko 7 Tenforden ja muiden (2012) tutkimuksen kuntoutusprotokolla .....	22
Taulukko 8 Saxenan & Granotin (2011) tutkimuksen kuntoutusprotokolla.....	23
Taulukko 9 24-vuotiaan juoksijan kuntoutusprotokolla sääriluun rasitusmurtuman jälkeen....	24
Taulukko 10 39-vuotiaan juoksijan kuntoutusprotokolla polven tähystysleikkauksen jälkeen .	25

# 1 Johdanto

Teknologian jatkuva kehitys tuo säännöllisesti uusia mahdollisuuksia fysioterapiaan ja kuntoutukseen perinteisten menetelmien rinnalle. Uusien innovaatioiden myötä fysioterapia-asiakkaiden kuntoutumista pystytään tehostamaan, paranemisprosessia nopeuttamaan ja siirtymään rivakammin takaisin asiakkaan arkisiin toimintatapoihin, joita mahdollinen vamma on saattanut estää tai rajoittaa. Painokevennetyt juoksumatot ovat mahdollistaneet yhteen ihmisen oleellisimpiin toimintoihin eli kävelyyn ja juoksuun hallitun, asteittaisen paluun. Kun ihminen kykenee harjoittamaan liikkumista kehonpainoaan pienemmällä kuormalla, pystytään harjoittelu aloittamaan turvallisesti aiemmin kuin ilman tämänkaltaista teknologiaa. Erityisesti urheilijoiden kohdalla kuntoutuksen tehostaminen on merkittävää, koska urheilussa mahdollisimman pian vamman jälkeä harjoittelun ja erityisesti lajinomaisen harjoittelun pariin pääseminen on tärkeää. Jokainen urheilulaji vaatii omanlaista adaptaatiota muun muassa hermo-lihasjärjestelmältä ja lajinomainen harjoittelu valmistaa kehoa tähän (Liem, Truswell, & Harrast 2013). Useissa lajeissa juurikin juoksuharjoittelu on lajinomaista, joten painokevennetty juoksumattoharjoittelu tukee tätä erinomaisesti.

Opinnäytetyö painekevennetystä juoksumatosta ja tarkemmin AlterG®:stä on ajankohtainen painokevennetyjen juoksumattojen saatavuuden parantuessa ja käytön lisääntyessä. Aiheesta ei myöskään ole tehty vielä juurikaan opinnäytetöitä. AlterG®:stä puhuttaessa on hyvä huomioda, että se eroaa toimintaperiaatteiltaan ja -mahdollisuuksiltaan merkittävästi valjaita hyödyntävästä painokevennetystä harjoittelusta tai robottivälineisestä kävelykuntoutuksesta. Tässä opinnäytetyössä on koottu tietoa kirjallisuuskatsauksen ja siitä syntyvän synteesin muodossa painokevennetyn juoksumaton käytöstä alaraajavammojen kuntoutuksessa urheilijoilla. Tavoitteena oli löytää, mitä vaikutuksia AlterG® -harjoittelusta syntyy osana fysioterapiakuntoutusta ja minkälaisia mahdollisuuksia se tuo kuntoutuksen tehostamiseen.

Opinnäytetyössä keskitytään AlterG®:llä tapahtuvaan kuntoutukseen, koska AlterG® on Suomessa selkeästi yleisin käytössä oleva painokevennetty juoksumatto ja koska opinnäytetyön toimeksiantajalla Liikuntakeskus Pajulahdella on kyseisen merkinen juoksumatto käytössä. Liikuntakeskus Pajulahti sijaitsee Lahden Nastolassa ja on yksi yhdestätoista Suomen urheiluopistoista sekä Suomen ainoa virallinen Olympia- ja Paraolympiakomitean valmennuskeskus (Valmennuskeskus N.d.). Liikuntakeskus Pajulahden lisäksi AlterG® -juoksumattoja käyttävät Suomessa muun muassa Fysios

Mehiläinen (Anti-Gravity -juoksumatto nyt Turussa 2016), Coronaria (AlterG - Painokevennetty juoksumatto N.d.), Orton (AlterG – painokevennetty harjoittelu N.d.), pääkaupunkiseudun urheilukatemia Urhea (AlterG N.d.) sekä Huippu-urheilun instituutti KIHU (AlterG painokevennetty juoksumatto N.d.). Markkinoilta löytyy myös muiden valmistajien painokevennettyjä juoksumattoja, mutta lähes kaikissa toimintaperiaate on sama AlterG<sup>®</sup>:n kanssa eli ilmanpaineella juoksijan painon säätely.

Tämä opinnäytetyö keskittyy urheilijoiden tuki- ja liikuntaelimestön vammojen fyysiseen kuntoutukseen keskittyen alaraajoihin. Työn teoreettinen viitekehys on johdattelemassa lukijaa tutustumaan minkälainen laite AlterG<sup>®</sup> on, mitä vaikutuksia sillä on juoksuun ja minkälaisia yleiset akuutit tai rasitusperäiset alaraajavammat voivat urheilijoilla olla. Opinnäytetyön kautta tuotettua tietoa voivat hyödyntää niin fysioterapeutit, valmentajat kuin itse urheilijat sekä muut laitteen kanssa toimijat.

## 2 Mikä on AlterG<sup>®</sup>?

AlterG<sup>®</sup> on painokevennetty juoksumatto, joka hyödyntää Nasan kehittämää ja patentoitua NASA Differential Air Pressure (DAP) -teknologiaa kehonpainon pienentämiseksi juoksumattoharjoittelun aikana. AlterG<sup>®</sup>:tä käyttäessä asiakas pukee päälleen laitetta varten suunnitellut ilmatiiviistä materiaalista valmistetut shortsit, joissa oleva vetoketju kiinnitetään yhteen juoksumaton ympärille integroidun muovikuvun kanssa. Näin luodaan tiivis paineilmakammio asiakkaan alaraajojen ympärille, jonka voi nähdä kuviossa 1. Paineilmakammion alipaine ja tarkka ilmankalibrointijärjestelmä mahdollistavat juoksuharjoittelun kehonpainoa pienemmällä kuormalla, kun kehonpainoa voidaan pienentää 0–80 % 1 % siirtymillä. AlterG<sup>®</sup> mahdollistaa harjoittelun luonnollisilla, normaalitilannetta vastaavilla juoksun ja kävelyn liikemalleilla sekä liikeradoilla. AlterG<sup>®</sup>:n vauhtihaarukka on 1 km/h - 19/24/29 km/h riippuen maton mallista. Tämän kaltainen ”vauhtihaarukka” mahdollistaa kuntoutuksen aivan alkuvaiheen harjoittelun hitaissa vauhdeissa, mutta myös lajinomaiset kovat teho- tai nopeusharjoitukset jopa kansainvälisen tason urheilijoille. (AlterG 2023.)



Kuvio 1 AlterG® painokevennetty juoksumatto takaa

AlterG®:n läpinäkyvä muovikupu sekä juoksua kuvaavat kolme kameraa mahdollistavat juoksun analysoinnin harjoittelun aikana. Kameroiden kuvaama video näkyy maton käyttäjälle hänen edessään olevalla näytöllä, jotka ovat nähtävissä kuviossa 2. AlterG® antaa myös palautetta, kuinka tasaisesti tai mahdollisesti toispuoleisesti asiakas juoksumatolla juoksee. Näin voidaan analysoida esimerkiksi, kuinka tasaisesti asiakas käyttää mahdollista vammaraajaa vs. tervettä raajaa. (AlterG 2023.)



Kuvio 2 AlterG® painokevennetty juoksumatto



AlterG, Inc. on yhdysvaltalainen yritys, joka on perustettu vuonna 2005. AlterG® on AlterG, Inc:n rekisteröity tavaramerkki. Yhdysvaltalainen ReWalk Robotics Ltd. osti AlterG, Inc.:n vuonna 2023. (ReWalk Robotics to Acquire AlterG; Acquisition Builds Commercial Scale and Accelerates Path to Profitability 2023.)

### 3 Painokevennetyn juoksumaton tuomat muutokset juoksuun

Kuten sanottua, tapahtuu AlterG®:llä juokseminen normaalitilannetta vastaavilla liikeradoilla, mutta laite tuo kuitenkin joitain muutoksia mm. juoksun biomekaniikkaan sekä harjoitusvasteeseen. Normaalilla juoksulla tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä juoksua, joka tapahtuu ilman painokevennystä ulkona, urheiluhallissa, juoksumatolla tai vastaavassa ympäristössä (eng. "on-ground running").

Painokevennetyn juoksumaton teknologian avulla voidaan harjoitella samoilla juoksuvauhdeilla kuin normaalisti, mutta pienempi kehonpaino tarkoittaa muun muassa kevyempää iskutusta alaraajoille sekä kevyempää kuormitusta hengitys- ja verenkiertoelimistölle. Kehonpainoa pienentämällä urheilijat pystyvät esimerkiksi tekemään ylivauhtisia treenejä normaaliin juoksuun verrattuna tai keventämään juoksuharjoitusten iskutusta jaloille ja näin ehkäisemään vammariskiä. Verrattuna tavalliseen juoksuun, samalla vauhdilla tapahtuva painokevennetty juoksumattoharjoittelu tutkitusti mm. laskee hapenkulutusta (Vo<sub>2</sub>), sykkeitä sekä laktaatin kertymistä (Fleckstein, Ueberschär, Wüstenfeld, Rüdrieh & Wolfarth 2021). Samoin metaboliset vasteet ovat pienemmät painokevennetyllä juoksumatolla tapahtuvassa harjoittelussa verrattuna tavalliseen juoksuun (Stockland, Giveans & Ames 2019, viitattu Figueroa ym. 2012).

Fleckenstein, Ueberschär, Wüstenfeld, Rüdrieh ja Wolfarth (2021) totesivat kymmenelle 25-37 -vuotiaalle miesjuoksijalle tehdyssä tutkimuksessaan, että 80 % kehonpainolla tapahtuneessa harjoittelussa 7 % kulma juoksumatossa piti juoksijoiden sykkeiden sekä Vo<sub>2</sub> -kuormituksen samalla tasolla verrattuna tavalliseen juoksuun. Kline, Raab, Coast, Bounds, McNeill ja de Heer (2015) loivat tutkimuksessaan muunnostaulukon, kuinka painokevennetyn juoksumaton juoksuvaudit eri kehonpainolla suhteutuvat normaaliin juoksuun, kun juoksun metabolinen vaste on sama. Ohessa olevassa taulukossa 1 osa tutkimuksen muunnostaulukon vauhdeista. Taulukon (1) ensimmäisellä rivillä esitetty normaalin juoksun vauhti on muutettu alemmilla riveillä vastaamaan vasemman-

puoleisessa sarakkeessa olevalla kehonpainonprosentilla tapahtuvaa juoksun vauhtia, sillä periaatteella, että metabolinen vaste on sama. Juoksuvauhdin tulee siis kasvaa, mitä pienemmällä kehonpainonprosentilla harjoitellaan, jotta saavutetaan sama metabolinen vaste normaalin juoksun kanssa.

Taulukko 1 Ote Klinen ja muiden (2015) juoksuvauhtien muunnostaulukosta

<b>Vauhti</b>	5:44min/km (=10,5km/h)	4:58min/km (=12,1km/h)	4:23min/km (=13,7km/h)	3:55min/km (=15,3km/h)	3:44min/km (=16,1km/h)
<b>Kehonpainon %</b>					
50%	3:32min/km (=17,02km/h)	3:09min/km (=19,04km/h)	2:51min/km (=21,06km/h)	2:36min/km (=23,08km/h)	2:30min/km (=24,06km/h)
60%	3:46min/km (=15,96km/h)	3:22min/km (=17,8km/h)	3:03min/km (=19,64km/h)	2:48min/km (=21,48km/h)	2:41min/km (=22,38km/h)
70%	4:00min/km (=15,01km/h)	3:31min/km (=17,03km/h)	3:09min/km (=19,03km/h)	2:51min/km (=21,05km/h)	2:43min/km (=22,04km/h)
80%	4:25min/km (=13,58km/h)	3:55min/km (=15,31km/h)	3:31min/km (=17,04km/h)	3:12min/km (=18,77km/h)	3:04min/km (=19,62km/h)
90%	4:54min/km (=12,24km/h)	4:21min/km (=13,8km/h)	3:55min/km (=15,35km/h)	3:33min/km (=16,9km/h)	3:24min/km (=17,66km/h)
100%	5:19min/km (=11,28km/h)	4:38min/km (=12,97km/h)	4:06min/km (=14,66km/h)	3:40min/km (=16,35km/h)	3:30min/km (=17,18km/h)

Myös juoksun kadenssiin eli askeltiheyteen painokevennetyllä juoksumatolla on tutkittu olevan vaikutusta. Stocklandin, Giveansin ja Amesin (2019) tutkimuksessa todettiin kehonpainon pienenevän laskevan juoksun luonnollista kadenssia merkittävästi ja lineaarisesti. Tutkimukseen osallistuneet pystyivät kuitenkin pyydettyä tahdonalaisesti nostamaan juoksun kadenssia painokevennetyllä juoksumatolla ja ylläpitämään tätä, mistä johtopäätöksenä nähtiin korkeamman kadenssin harjoittelun olevan mahdollista ennen normaaliin juoksuun palaamista. Edeltävää tutkimien Barnesin ja Janeckenin (2017) tutkimuksen lopputulemana nähtiin kehonpainon vähentämisen painokevennetyllä juoksumatolla pidentävän juoksun lentovaiheen kestoa ja lyhentävän askel-luksen kontaktiaikaa, joiden seurauksena askelpituus kasvoi ja kadenssi laski.

Thomson, Whiteley, Hansen, Welzel, Racinais & Wilson (2021) tutkivat juoksuharjoittelun iskutusta (plantar force) ja askelkontaktia AlterG®:llä 12–24 km/h nopeuksissa. Tutkimukseen osallistui kymmenen 23-32 -vuotiasta miesjuoksijaa. Tutkimuksessa todettiin kovemman juoksuvauhdin nostattavan iskutuksen vaikutusta, kun taas vähäisemmäksi säädetty kehonpaino laski sitä. Juoksumaton nousukulman ei nähty vaikuttavan suuresti iskutukseen paitsi, kun kulma säädettiin -5 % eli alamäeksi, jolloin voimahuippu aleni. Taulukossa 2 on kuvattu tiivistetysti aiemmin kerrotut painokevennetyn juoksumaton tuomat fyysiset muutokset juoksuun verrattuna samalla vauhdilla tapahtuvaan normaaliin juoksuun.

Taulukko 2 Painokevennetyn juoksumaton tuomia fyysisiä muutoksia samalla vauhdilla tapahtuvaan normaaliin juoksuun

Verrattuna normaaliin juoksuun, painokevennetyllä juoksumatolla juostessa	
Syke	on matalampi
Hapenkulutus (Vo <sub>2</sub> )	on matalampi
Laktaatin kertyminen	on vähäisempää
Metabolinen vaste	on vähäisempää
Ventilaatio	on matalampi
Iskutus	on vähäisempää
Kadenssi eli askeltiheys	on vähäisempää
Askelkontakti aika	on lyhyempi
Askelpituus	on pidempi
Juoksun lentovaihe	on pidempi

Jotta AlterG®:n kehonpainon kevennys olisi täsmällinen, tulee käyttäjän kiinnittää huomiota laitteen säätöihin. de Heer, Kaufman, Repka, Rojas, Charley ja Bounds (2021) käsitelivät artikkelissaan, kuinka AlterG®:n käyttäjän ympärille tulevan kehon asento ja korkeus vaikuttivat laitteen antamaan todelliseen käyttäjän kehonpainoon. AlterG®:n oman manuaalin mukaan keho tulisi asettaa niin, että vetoketju asettuu suoliluun harjun kohdalle säätöasteikon ollessa 1–9. Tutkimustuloksena oli, että kehon asettaminen korkeammalle toi laitteen antamaa arvoa enemmän tukea ja matalammalle vähemmän tukea. Vaikutus oli sitä suurempi, mitä suurempi laitteen luoma tuki oli eli mitä pienemmällä kehonpainolla laitetta käytettiin. Esimerkiksi juostessa vähintään 30 % kehonpainon tuella, kehon siirtäminen yhdellä pykälällä ylös tai alas vaikutti 4–8 %, mikä on huomattava löydös. 60 % tuella kehon siirtäminen kolme pykälää ylemmäs loi jopa 71,2 % tuen ja kolme pykälää alemmas vain 48,1 % tuen. Tutkimuksessa todettiin AlterG®:n kalibroivan kehonpainon kevennyksen tarkimmin silloin, kun laite on säädetty suoliluun harjun kohdalle ns. neutraaliin asentoon.

Lisäksi AlterG®:n hyötynä nähdään AlterG®:n nopeampi asetusten säätö ja itse harjoittelun aloittaminen verrattuna valjailla tai robottiaivusteisesti kevennettyyn juoksumattoharjoitteluun.

## 4 Urheilijoiden yleisimmät alaraajavammat

Urheilijoiden alaraajavammojen kuntoutukselle on tyypillistä painonvaraamisen ja juoksuharjoittelun rajoittaminen tai kokonaan tauottaminen sekä juoksuun palaaminen vähitellen asteittain. Juoksemiseen liittyvien alaraajavammojen kuntoutukseen liittyy usein ristiinharjoittelua (eng. cross-training) eli normaalia juoksua korvaavaa harjoittelua kuten pyöräilyä tai vesijuoksua. Korvaavalla harjoittelulla voidaan ehkäistä sydän- ja hengityselimistönn kunnan heikkenemistä ilman, että vamma-alueeseen tulee fyysistä rasitusta tai rasitus on suhteellisen vähäistä ja paranemisprosessit eivät häiriinny. (Liem, Truswell, & Harrast 2013)

### 4.1 Akuutit vammat

Akuutilla vammalla tarkoitetaan äkillisesti ja tapaturmaisesti syntyvää vammaa. Urheilijoiden yleisimpiä akuutteja alaraajavammoja ovat nilkan ja polven vääntövammat Edellä mainittuihin vammoihin liittyy usein kontaktitilanne toisen urheilijan tai välineen kanssa, mutta ne voivat syntyä myös yksilösuorituksen aikana ilman ulkoista kontaktia. (Pasanen 2021, 18–26)

#### 4.1.1 Akuutit nilkkavammat

Nilkka koostuu kahdesta eri nilkkanivelestä, ylemmästä nilkkanivelestä art. talocruralis ja alemmasta nilkkanivelestä art. talocalcaneonavicularis. Luisten rakenteiden lisäksi nilkkaa tukevat useat nivelsiteet eli ligamentit. Ylemmän nilkkanivelen mediaalipuolen ligamentit ovat vahvoja ja nilkan mediaalipuolen nivelsidevammat ovatkin harvinaisempia ja vaativat suuria voimia. Mediaalipuolen ligamenteista tärkeimpänä nähdään useampaan osaan jakautuva nivelsidekompleksi lig. deltoideum eli deltaligamentti. Nämä osat ovat pars tibio calcanea, pars tibionavicularis, pars tibiotalaris anterior ja pars tibiotalaris posterior. Deltaligamentti voidaan jakaa myös syvään ja pinnalliseen osaan. (Platzer 2015, 222)

Ylemmän nilkkanivelen lateraalipuolella tärkeimmät nilkkaa tukevat ligamentit ovat lig. talofibulare anterior eli FTA-ligamentti, lig. talofibulare posterior eli FTP-ligamentti ja lig. calcaneofibulare eli FC-ligamentti (Platzer 2015, 222). Yleensä nilkan nyrjähdysvammat kohdistuvat juuri näihin ligamenteihin nilkan vääntyessä inversioon. Usein lateraalipuolen vammoissa kärsijänä on etenkin FTA-ligamentti. Haapasalon, Laineen ja Mäenpään mukaan (2011) Broströmin (1965) tutkimuksen 105:stä nilkkavammapotilaasta 2/3-osalla vaurio oli FTA-ligamentissa ja neljäsosalla sekä FTA- että FC-ligamentti olivat vaurioituneet. Liitännäisvammana myös nilkan plantaariflexioon ja eversioon osallistuvien peroneuslihasten eli m. fibularis breviksen ja m. fibularis longuksen jänteet saattavat kärsiä nilkan inversiovammoissa (Alanen & Kallio 2021).

Nilkan nyrjähdys onkin yleisin urheiluvamma 15–20 % osuudella kaikista urheiluvammoista ja yleisin traumaperäinen syy hakeutua lääkäriin koostaen jopa 7–10 % päivystyspotilaista (Haapasalo, Laine & Mäenpää 2011). Nilkan nivelsidevammat voidaan luokitella vamman vakavuuden mukaan kolmeen eri luokkaan I-III. I-luokan vammassa nivelsiteet vain venähtävät ilman merkittävää kudoksen repeämistä, II-luokan vammassa nivelsiteisiin syntyy osittaisia repeämiä ja III-luokan vammassa kyse on nivelsiteiden täydellisestä repeämisestä. Traumaperäisessä nilkkavammassa kyse voi olla myös nilkan murtumasta. (Haapasalo & Hyvärinen 2021b, 585)

#### 4.1.2 Akuutit polvivammat

Polvi on sarananivel, joka yhdistää reisiluun sääriluuhun. Polviniveltä voidaan pitää myös kierto-sarananivelenä (art. trochoginglymus), sillä polvessa tapahtuu flexio-extensio-liikesuunnan lisäksi

myös kiertoa ja liukumista. Polviniveleen kuuluu oleellisena osana patella eli polvilumpio, joka sijaitsee m. quadriceps femoriksen jänteen sisällä ja kiinnittyy patellajänteellä (lig. patellae) säären etuosaan, tarkemmin sääriluun kyhmyyn, tuberositas tibiae. Polvea tukevia nivelsiteitä ovat eturistiside (lig. cruciatum anterius, ACL), takaristiside (lig. cruciatum posterius genus, PCL), ulompi sivuside (lig. collaterale fibulare, LCL) ja sisempi sivuside (lig. collaterale tibiale, MCL). Polven anatomiaan kuuluu lisäksi lateraalinen ja mediaalinen nivelkierukka (lat. meniscus), jotka toimivat yhdenlaisina iskunvaimentimina polvinivelen sisällä ja parantavat samalla nivelpintojen yhteensovittuvuutta. Lateraalista nivelkierukasta poikkeavasti mediaalinen nivelkierukka kiinnittyy sisempään sivusiteeseen ja on tästä johtuen osissa tapauksissa oheiskärsijänä kyseiseen ligamenttiin kohdistuvissa vammoissa. (Platzer 2015, 206–213)

Kallion (2021) mukaan polvivammat kattavat jopa yli kolmasosan kaikista urheiluvammoista. Traumaaperäisissä polven urheiluvammoissa vamma kohdistuu usein polven ristisiteisiin, sivusiteisiin tai kierukoihin. Haastavimmat vamma syntyvät, kun kuormituksessa olevaan polveen kohdistuu samanaikaisesti kiertoa ja liukua (Saarelma 2021). Tällaiset vammat ovat tyypillisiä muun muassa erilaisissa pallopeleissä, joissa esiintyy paljon nopeita suunnanmuutoksia sekä syntyy kontaktitilanteita pelaajien kesken.

Sisemmän sivusiteen MCL-vamma on koko aikuisväestön yleisin akuutti polvivamma, kun taas eturistisiteen repeämä on yleisin täysikäisten urheiluun liittyvä polvivamma (Sillanpää 2021a, 535–536). MCL-vammat luokitellaan nilkan nivelsidevammojen tapaan kolmeen luokkaan I asteen tarkoittaessa osittaista vauriota, II asteen subtotaalista, lähes täydellistä repeämää ja harvinaisen III asteen tarkoittaessa totaalista repeämistä (Sillanpää 2021a, 536). Ristisidevammoista eturistisiteiden vaurioituminen on yleisempää kuin takaristisiteiden (Saarelma 2021). Eturistisiteen tehtävä on pitää polvi vakaana estämällä säären eteen liukumista sekä polven yliojentumista. Tästä johtuen ACL-vamman seurauksena polvesta tulee yleensä epävakaan ja väljän tuntuinen (Suomalainen, Sillanpää & Järvelä 2014). ACL-vammoja esiintyy naisilla n. 3–6 kertaa enemmän verrattuna miehiin johtuen todennäköisesti hormonaalisista ja rakenteellisista syistä sekä heikommasta lihasvoimasta. ACL-vamma syntyy yleensä, kun äkillinen suunnanmuutos luo kuormittuneessa tilassa olevan alaraajan sääriluun yläosaan kiertoa ja liukua, jonka myötä eturistiside vaurioituu. Kiertoliikkeessä reisiluu ja sääriluu kiertyvät toisiinsa nähden (Sillanpää 2021a, 536). Myös polven kierukkavammat

syntyvät usein edellä mainitussa tilanteessa, sillä tällöin jompikumpi kierukoista joutuu voimakkaaseen puristukseen ja siihen kohdistuu vetoa, mikä voi aiheuttaa repeämän. Samoin ulompaan sivusiteeseen kohdistuvat LCL-vammat syntyvät yleensä polven voimakkaan väännön seurauksena ja esiintyvätkin yleensä ristside- ja kierukkavammojen yhteydessä. ACL-vamma voi aiheutua myös polven yliojennuksesta. (Kallio 2021; Suomalainen, Sillanpää & Järvelä 2014.)

## 4.2 Rasitusvammat

Urheilijoiden yksiä yleisimpiä rasitusvammoja ovat rasitusmurtumat tai niiden esiasteet jossain kova kuormitusta vastaanottavassa luussa, yleensä alaraajassa. Rasitusmurtuman syynä on yleensä yksipuolinen, suhteessa liian kova rasitus. Muita syitä voivat olla muun muassa vääränlainen suoritustekniikka, puutteellinen palautuminen tai ravinto tai harjoittelussa tapahtunut nopea muutos kuten harjoittelumäärän kasvattaminen tai tehoharjoittelun lisääminen. (Pasanen 2021, 26–27.)

Tarnasen (2021) mukaan ”jännevammat muodostavat huomattavan osan liikuntaan ja urheiluun liittyvistä tuki- ja liikuntaelimestön ongelmista.” Erilaiset tendinopatiat eli rasitus- tai rappeumaperäiset jännevaivat kuten jännetulehdukset ja -kivut ovatkin toinen yleinen rasitusvammaryhmä rasitusmurtumien lisäksi. Jännevaivojen etiologisia tekijöitä voivat olla esimerkiksi kudosten ylikuormittuminen, virheellinen biomekaniikka tai hankaus. Myös ulkoisilla tekijöillä kuten kylmällä ja kosteudella voi olla vaikutusta jännevaivojen syntymiseen. Jännevamma tai -tulehdus voi koskea itse jännettä tai sitä ympäröiviä rakenteita; vieruskudoksia tupettomissa jännteissä tai tupellisten jänneiden jännetuppeja. ”Tendinopatiaa käytetään kattoterminä akuuteista ja kroonisista ei-traumaattisista degeneratiivisista jänntepatologioista”, Tarnanen (2021) linjaa tekstissään. Tendinopatialla voidaan tarkoittaa myös epäselvää jännekipua. Tendinopatian oireina esiintyy usein kuormitukseen liittyvää kipua, jännealueen turvotusta ja kosketusarkuutta sekä suorituskyvyn heikentymistä. (Tarnanen 2021, 209–213; Orava & Karpakka 1992)

Urheilijoiden jänneongelmista akillesjännevaivat ovat yksiä yleisimpiä, erityisesti kestävyysjuoksijoilla. Jännteessä voi esiintyä edellä kuvatun kaltaista kivuliasta tulehdusta, mutta degeneraation seurauksena jänne voi jopa revetä osittain tai kokonaan poikki esimerkiksi urheilusuorituksen aikana. Vaikka akillesjänneen repeämä vaikuttaa akuutilta vammalta, on sen taustalla yleensä jänneen pidempiaikaista rappeutumista. (Tarnanen 2021, 212–213; Mustajoki 2022)

Plantaarifaskiitiksi kutsuttu plantaarifaskiopatia on yleinen rasitusvamma juoksijoiden keskuudessa. Vaivan oireena on kipu kantapään seudulla aponeurosis plantariksien eli jalkapohjan kalvojänteiden kiinnityskohdan paikkeilla kantaluussa ja se johtuu kalvojänteiden yllirasituksesta ja rappeumasta. Muita juoksijoiden riskitekijöitä vaivalle ovat harjoittelumäärien nopea kasvaminen, epäsoivat jalkineet ja kova juoksualusta. Myös nilkan rajoittuneella dorsifleksioilla on nähty olevan vaikutusta. Jalkaterän asennon ja rakenteen vaikutuksista plantaarifaskiopatian esiintymiseen on ristiriitaisia tuloksia, sillä osan tutkimusten mukaan matalakaarisuudella on ollut yhteyttä oireiluun, kun taas juoksijoille tehdyissä tutkimuksissa korkeakaarisuuden nähtiin olevan altistava tekijä. (Haapasalo & Hyvärinen 2021a, 628–630; Kaikkonen, Joukainen & Sahlman 2012)

Urheilijoiden polven alueen tunnetuimpia rasitusvammoja ovat juoksijan polvi ja hyppääjän polvi. Juoksijan polvella tarkoitetaan tractus iliotibialiksien eli suoliluu-säärisiteen, tutummin IT-kalvon, kuormituskipua. Suoliluu-säärisiteen origo on nimensä mukaisesti suoliluussa anterolateraaliosalla puolella ja insertio sääriluun proksimaaliosassa olevassa Gerdyn kyhmyssä. Siteen kautta kiinnittyy myös m. tensor fasciae latae ja osa m. gluteus maximuksesta. Juoksijan polvea esiintyy nimensä mukaan paljon juoksijoilla, joiden harjoittelussa IT-kalvolle kohdistuu paljon toistuvaa kuormitusta. Toistuva kuormitus voi alkaa kiristää IT-kalvoa, jonka myötä se voi ruveta hankaamaan luisiin rakenteisiin sekä kipeyttää ja tulehduttaa reisiluun lateraalisen nivelnastan kohdalla olevan bursan eli limapussin. Kipu kohdistuu siis polven ulkosyrjälle ja sitä esiintyy kuormituksessa sekä mahdollisesti myös palpoidessa. (Sillanpää 2021b, 548–549.)

Hyppääjän polvessa kipu kohdistuu polven etupuolelle patellajänteeseen ja sitä esiintyy tyypillisesti urheilijoilla, joiden lajeissa esiintyy paljon hyppyjä kuten koripallo tai lentopallo. Kivun lähteenä voi olla itse jänne, jännettä ympäröivä peritenon eli vieruskudos tai syvempi infrapatellaarinen limapussi. Vaiva oireilee kipuna, jota esiintyy polvea ojentaessa, kyykätessä, ponnistaessa tai hypätessä. Usein etenkin yhden jalan kyykky on kivuliasta suorittaa ja provosoi kipua. Akuutissa vaiheessa voi ilmetä myös palpaatioarkuutta ja turvotusta. Hyppääjän polven taustalla esiintyy tyypillisesti haitallinen toiminta- tai liikemalli, joka pitkällä aikavälillä ylikuormittaa kudoksia luoden kudოსvaurioita ja tulehdusta. (Sillanpää 2021b, 546–547.)



## 5 Opinnäytetyön tavoite ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää kirjallisuuskatsauksen avulla, millaisia vaikutuksia urheilijat ovat saavuttaneet alaraajavammojensa kuntoutuksessa AlterG®-juoksumaton käytöstä sekä min-kälaisia hyödyt olivat erilaisissa vamma tapauksissa. Löydettyjä hyötyjen myötä pystyttäisiin mahdollisesti tehostamaan urheilijoiden kuntoutumista alaraajavammoista. Tämä on merkittävää siksi, koska urheilussa on tärkeää päästä mahdollisimman pian vamman jälkeen takaisin harjoittelun pariin ja usein juoksuharjoittelu on urheilijoilla kokonaisharjoittelussa isossa roolissa. Aihe nousi toimeksiantajan Liikuntakeskus Pajulahden tarpeesta pystyä hyödyntämään hankkimaansa AlterG®-juoksumattoa paremmin.

Tutkimuskysymykset ovat

1. Miten AlterG® -juoksumattoa on käytetty alaraajavammojen kuntoutuksessa urheilijoilla?
2. Miten AlterG® -juoksumattoa voidaan hyödyntää urheilijoiden alaraajavammojen kuntoutuksessa ja kuntoutuksen tehostamisessa?

Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on koota jo tutkittua tietoa yhteen ja näin löytää suosituslinjoja, kuinka hyödyntää AlterG® -juoksumattoa alaraajavammojen kuntoutuksessa. Kirjallisuuskatsauksen myötä kerätään tutkimustietoon perustuvia seikkoja, miksi fysioterapiassa AlterG®:n käyttö on hyödyllistä ja luodaan näin työkaluja fysioterapeuteille ja muita laitteen kanssa työskenteleville. Opinnäytetyön yhtenä päämääränä on myös luoda työkaluja toimeksiantajalle, kuinka markkinoida AlterG®:tä faktatietoihin pohjautuen tehokkaammin asiakasryhmilleen sekä opastaa AlterG®:n käyttöä asiakkaille.

## 6 Opinnäytetyön toteutus

### 6.1 Menetelmä

Kirjallisuuskatsausta käytetään hahmottamaan jonkin aiheen tai ilmiön kokonaiskuvaa kooten erilaisia aikaisempia tutkimuksia yhteen ja vetämään niistä johtopäätöksiä. Kirjallisuuskatsauksen pe-

rustana on, että se on toistettavissa ja sen tärkeimpänä tehtävänä on kehittää valitun aiheen teoreettista ymmärrystä sekä jalostaa ja analysoida olemassa olevaa tietoa ja teoriaa. (Suhonen, Axelin & Stolt 2016, 7–13.)

Tämän opinnäytetyön toteutustapana käytettiin integroivaa kirjallisuuskatsausta, joka on yksi kuvailevan kirjallisuuskatsauksen alatyypeistä. Suhonen, Axelin ja Stolt (2016, 13) kertovat Cooperin (1982, 1984) kuvanneen ja Whitemoren ja Knafli:n (2005) modifioineen integroivan katsauksen viisi vaihetta. Niitä ovat tutkimusongelman nimeäminen, analysoitavan aineiston keruu, aineiston laadun arviointi, aineiston analysointi ja tulkinta sekä tulosten esittäminen. Tarkoitus ei ole vain luetella aiempia tutkimuksia vaan arvioida ja jatkojalostaa tietoa ja muodostaa valituista tutkimuksista synteesi. Integroivalle kirjallisuuskatsaukselle tyypillistä on, että se ei seulo tutkimuksia liian tiukasti pois, vaan siihen sisällytetään monia erilaisia tutkimustyyppisiä ja -asetelmia. Siksi se valikoitui myös tämän opinnäytetyön toteutustavaksi. Edelliseen liittyen integroivan kirjallisuuskatsauksen prosessin haasteeksi voidaan nimetä eri tyyppisistä tutkimuksista tehdyistä löydöksistä yhtenäisen synteessin ja johtopäätösten luomisen. (Suhonen, Axelin & Stolt 2016; Salminen 2011)

## 6.2 Tiedonhaku, aineiston valinta ja kuvaus

Tiedonhaku tapahtui kahdesta tietokannasta, joita olivat SPORTDiscus ja PubMed. Hakusanoja olivat "AlterG", "antigravity treadmill", "microgravity treadmill", "reduced-gravity treadmill" "rehabilitation" "lower body positive pressure treadmill/LBPPT". Huomioitavaa oli, että edellä mainittujen termien erilaiset kirjoitusasut antoivat joissain tapauksissa erilaisia tuloksia. Hakuun rajattiin vertaisarvioidut artikkelit, joista oli saatavilla koko teksti ja artikkeleiden kielenä oli joko suomi tai englanti. Oleellisena sisäänottokriteerinä oli, että tutkimus koskee juurikin tuki- ja liikuntaelin fyioterapia kunnoutusta rajautuen vielä tarkemmin alaraajoihin. Tavoitteena oli myös rajata tutkimusten tutkimusjoukko urheilijoihin, mutta lopulta tällaisia tutkimuksia oli niukasti saatavilla. Tiedonhaku tapahtui lokakuussa 2023.

PubMed:stä termi "anti-gravity treadmill" antoi 31 tulosta, joista vanhin oli vuodelta 2012 ja uusin 2023. Termi "AlterG" antoi 24 tulosta, joista vanhin vuodelta 2015 ja uusin 2023. Näistä tuloksista mukaan otettiin otsikon ja tiivistelmän perusteella 7 tutkimusta. SPORTDiscus -tietokanta antoi anetuilla kriteereillä termillä "AlterG" 11 tulosta ja haulla "alterg or anti gravity treadmill or antigravity treadmill or anti gravity locomotor" 18 tulosta. Näistä tuloksista mukaan otettiin 3 tutkimusta.

Tähän opinnäytetyöhön sopivien tutkimusten niukkuuden vuoksi tehtiin myös manuaalista käsihaku riittävän materiaalin löytämiseksi. Käsihaulla mukaan otettiin vielä 3 tutkimusta. Yhteensä tutkimuksia otettiin siis tähän kirjallisuuskatsaukseen aluksi mukaan 13. Näistä tutkimuksista karsittiin vielä neljä tutkimusta pois syvemmän tarkastelun jälkeen, sillä ne koskivat esimerkiksi nivelrikkopotilaita tai ikäkkäitä eivätkä tällöin olleet sovellettavissa kovinkaan hyvin urheiluvammojen kuntoutukseen. Lopulta mukaan valittiin siis 9 tutkimusta. Tutkimukset olivat vuosilta 2011-2022. Taulukossa 3 on havainnollistettu aineistonvalintaprosessin eteneminen tiivistetysti.

Taulukko 3 Aineistonvalintaprosessi

Tietokanta	Osumia	Otsikon ja tiivistelmän perusteella	Koko tekstin perusteella
PubMed	40	7	5
SPORTDiscuss	18	3	1
Käsihaku	3	3	3
Yhteensä	61	13	9

Mukaan otetuista tutkimuksista 3 oli järjestelmällisiä katsauksia, 3 satunnaistettua kontrolloitua tutkimusta, 1 tapaussarja, 1 tapausselostus ja 1 pilottitutkimus. Aineistoksi valitut tutkimukset arvioitiin Joanna Briggs Instituutin (JBI) arviointikriteeristöjen mukaan ja koottiin yhteiseen taulukoon (4).

Taulukko 4 Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset

Tekijät, tutkimuksen nimi ja julkaisuvuosi	Tutkimusasetelma	Tutkimusjoukko ja otanta (n)	Mittarit	Laatu (JBI)
Vincent, H., Madsen, A. & Vincent, K. Role of Antigravity Training in Rehabilitation and Return to Sport After Running Injuries 2022	Järjestelmällinen katsaus	31 tutkimusta		7/10
Chen Y-T., Tenforde, A. & Fredericson, M. Update on stress fractures in female athletes: epidemiology, treatment, and prevention 2013	Järjestelmällinen katsaus	85 tutkimusta		5/8
Liem, B., Truswell, H. & Harrast, M. Rehabilitation and Return to Running After Lower Limb Stress Fractures 2013	Järjestelmällinen katsaus	69 tutkimusta		5/7
Henkelmann, R., Schneider, S., Müller, D., Gahr, R., Josten, C. & Böhme, J. Outcome of patients after lower limb fracture with partial weight bearing postoperatively treated with or without anti-gravity treadmill (alter G®) during six weeks of rehabilitation - a protocol of a prospective randomized trial 2017	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	18–65-vuotiaita tibial plateau murtuma- tai nilkkamurtumapotilaita Otoskoko alussa/lopussa: n = 120/100 n = 60/50 tibial plateau fractures, n = 60/50 ankle fractures	Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) Foot and Ankle Outcome Score (FOAS)	10/10
Palke, L., Schneider, S., Karich, B., Mende M., Josten, C., Böhme, J. & Henkelmann R. Anti-gravity treadmill rehabilitation improves gait and muscle atrophy in patients with surgically treated ankle and tibial plateau fractures after one year: A randomised clinical trial 2021	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	19–65-vuotiaita tibial plateau murtuma- tai nilkkamurtumapotilaita Otoskoko alussa/lopussa: n=73/53 Interventoryhmä n = 37/29 Kontrolliryhmä n = 36/24	Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) Foot and Ankle Outcome Score (FOAS) Lihatrofia Polven tai nilkan flexion-extensiosuunta Dynamic Gait Index	10/11
Kim, P., Lee, H., Choi, W. & Jung, S. Effect of 4 Weeks of Anti-Gravity Treadmill Training on Isokinetic Muscle Strength and Muscle Activity in Adults Patients with a Femoral Fracture: A Randomized Controlled Trial 2020	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	Reisiluumurtumapotilaita n=34 Interventoryhmä n=17 Kontrolliryhmä n=17	Isokineettinen lihasvoima BTE Primus RS -laitteella Lihaskiväty EMG:llä	11/12
DeSantis, B., Kalman, V. & Browne, S. Antigravity Treadmill in Rehabilitation After Hip Labral Repair Arthroscopy 2022	Tapaussarja	18–21-vuotiaita college-urheilijoita (NCAA divisiona I), joille tehty lonkan artroskopia n=8		5/10
Tenforde, A., Watanabe, L., Moreno, T. & Fredericson, M. Use of an Antigravity Treadmill for Rehabilitation of a Pelvic Stress Injury 2012	Tapausselostus	21-vuotias NCAA Divisiona I-tason naiskestävyysjuoksija, jolla suoliluun rasisvamma		8/8
Saxena, A. & Granot, A. Use of an Anti-gravity Treadmill in the Rehabilitation of the Operated Achilles Tendon: A Pilot Study 2011	Pilottitutkimus	20–60 -vuotiaita potilaita joille suoritettu achilles tendon rupture tai insertional repair leikkaus n=16 Tutkimusryhmä n=8 Kontrolliryhmä n=8		

### 6.3 Aineiston analyysi

Tämän opinnäytetyön aineiston analyysissä käytettiin sisällönanalyysia, tarkemmin aineistoläh- töistä sisällönanalyysia, missä analysointia ohjaa aineisto. Aineistoa analysoitiin tutkimuskysymyk- siin tukeutuen ja haettiin tutkimuskysymyksiin vastaavia ilmaisuja eli redusointiin aineistoa. Ilmai- sut luokiteltiin eli klusteroitiin oheisen taulukon esimerkin mukaisesti ala-, ylä- ja pääluokkiin. Abstrahointivaiheessa alaluokille etsittiin yhdistäviä tekijöitä yläluokasta ja lopulta pääluokasta. Tämän kaltainen sisällönanalyysi helpottaa yhtäläisyyksien ja eroavaisuuksien löytämistä aineis- tosta, oleellisimpien asioiden ymmärtämistä sekä tiedon hahmottamista erilaisiksi teemoiksi ja ko- konaisuuksiksi. Taulukossa 5 on kuvattu sisällönanalyysin etenemistä. (Niela-Vilén & Hamari 2016, 30–31; Leinonen 2018.)

Taulukko 5 Esimerkki sisällönanalyysista aineistoa luokittelemalla

Alkuperäinen ilmaisu	Pelkistetty ilmaisu	Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka
Antigravity treadmills provide adjustable body weight support and may promote fitness for individuals performing exercise in a hypogravity environment and have potential applications in the recovery from injury or surgery (Chen & muut 2013)	Painokevennetyillä juoksumatoilla voidaan edistää käyttäjän kestävyyskuntoa ja niissä on käyttöpotentiaalia vamman tai leikkauksen jälkeisessä kuntoutuksessa	Kestävyvyyden ylläpitäminen	Harjoittelun fyysiset hyödyt	AlterG -harjoittelun hyödyt
In our study, patients rehabilitated with the AG were able to return to running approximately 2 weeks faster than our control group (Saxena & muut 2011)	AlterG:llä kuntoutettu ryhmä pystyi palaamaan normaaliin juoksuun 2 vk aiemmin kuin kontrolliryhmä akillesjänneoperaation jälkeen	Nopeampi juoksuharjoitte- luun palaaminen		
Using our criteria of being able to run at 85% of BW after Achilles surgery on a specific treadmill that reduces gravity, we were able to successfully clear patients to run outside (Saxena & muut 2011)	Kun potilas pystyi laadittujen kriteerien mukaan juoksemaan 85% kehonpainolla, voitiin normaali juoksu sallia menestyksekkäästi	Turvallinen paluu normaaliin juoksuun		

## 7 Tulokset

Palke, Schneider, Karich, Mende, Josten, Böhme & Henkelmann (2021) tutkivat nilkka- ja tibial plateau murtumapotilaiden leikkauksen jälkeistä kuntoutumista satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa. Kontrolliryhmää kuntoutettiin perinteisen fysioterapiaprotokollan mukaan ja inter-ventioryhmää AlterG®:lle luodulla protokollalla. Tutkimuksen kuntoutusprotokollat on kuvattu taulukossa 6. Mittareina toimivat Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Foot and

Ankle Outcome Score (FOAS), lihasatrofia mittaamalla jalan ympäräsmitta 20 cm polvinivellinjan yläpuolelta eli reidestä ja 10 cm polvinivellinjan alapuolelta eli pohkeesta, nilkan tai polven liikerata flexio-extensiosuunnassa sekä Dynamic Gait Index. Mittaukset tehtiin 6vk leikkauksen jälkeen sekä 12kk leikkauksen jälkeen. KOOS:n ja FOAS:n kokonaispisteissä ei nähty merkittäviä eroja, mutta interventioryhmän pisteet olivat paremmat elämänlaadun ja oireiden osiossa. Tässä kuitenkin tutkijat totesivat, ettei tulos ole tilastollisesti merkitsevä tiedon laajan hajonnan ja pienen otoskoon vuoksi. Molempien ryhmien tulokset DGI:ssä paranivat ajan kuluessa, mutta interventioryhmällä enemmän. Tibial plateau murtumapotilaiden interventioryhmällä todettiin reidessä 3,1 cm ja pohkeessa 3,0 cm vähemmän lihasatrofiaa kuin kontrolliryhmällä. Tiivistettynä interventioryhmä koki heidän elämänlaatunsa olevan parempaa ja oireita vähemmän kuin kontrolliryhmällä. Samoin askeltaminen oli selkeästi parempaa ja lihasatrofia vähäisempää interventioryhmällä.

Taulukko 6 Palke ja muiden (2021) tutkimuksen kuntoutusprotokolla

Viikko	AlterG®	Kuntoutus
1	5min 1.5km/h - 5min 2km/h - 5min 1.5km/h - 5min 2km/h, yhteensä 20min, 2-3xviikossa, kehonpaino 20kg	Molemmille ryhmille manuaalista lymfaterapiaa ja cryoterapiaa 2-3xviikossa 20min ajan, kunnes turvotus hävinnyt vamma-alueelta.  Kontrolliryhmälle 20min fysioterapiaa perinteisen kuntoutusprotokollan mukaan 2-3xviikossa läpi kuntoutusjakson
2	5min 1.5km/h - 5min 2km/h - 5min 1.5km/h - 5min 2km/h, yhteensä 20min, 2-3xviikossa, kehonpaino 20kg	
3	5min 3km/h - 5min 2km/h - 5min 3km/h - 5min 2km/h, yhteensä 20min, 2-3xviikossa, kehonpaino 20kg	
4	5min 3km/h - 5min 2km/h - 5min 3km/h - 5min 2km/h, yhteensä 20min, 2-3xviikossa, kehonpaino 20kg	
5	5min 4km/h - 5min 3,5km/h - 5min 4km/h - 5min 3,5km/h, yhteensä 20min, 2-3xviikossa, kehonpaino 20kg	
6	8min 4km/h - 2min 5m/h - 8min 4km/h - 2min 5km/h, yhteensä 20min, 2-3xviikossa, kehonpaino 20kg	

Kim, Lee, Choi & Jung (2020) tutkivat reisiluumurtumapotilaiden isokineettistä lihasvoimaa ja lihasaktivaatiota satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa. Kontrolliryhmää kuntoutettiin perinteisellä kuntoutusohjelmalla, joka perustui suurelta osin voimaharjoitteluun ja interventioryhmää AlterG®:lle suunnitellulla progressiivisella protokollalla. Molempien ryhmien jokainen

kuntoutuskerta kesti 20min. Sekä interventio- että kontrolliryhmässä oli 17 potilasta, joista neljä oli naisia. Isokineettistä lihasvoimaa mitattiin BTE Primus RS -laitteella 60°/s nopeudella viisi kertaa polvinivelen flexio-extensiosuunnassa ja liikeradan suurin vääntömomentti mitattiin. Tämän maksimisuorituksen jälkeen pidettiin 1min lepo, jonka jälkeen mitattiin lihaskestävyyttä suorittamalla 15 mittausta 180°/s kulmanopeudella. Lihasaktivaatiota mitattiin nelikanavaisella elektromyografia eli EMG:llä tutkittavien dominoivasta jalasta. Mitattavat lihakset olivat m. gluteus maximus, m. gluteus medius, m. vastus lateralis sekä m. vastus medialis. Mittaus tapahtui istuen ja tutkittavat vastustivat tutkijan tuottamaa vastusta eri liikesuunnista. Lopputuloksena molempien ryhmien lihasvoima, -kestävyys ja -aktivaatio paranivat tutkimuksen aikana. Kuitenkin AlterG®:llä harjoitelleen interventio-ryhmän lihasvoima 60°/s lonkan ojennuksessa ja pakaralihasten aktivaatio parantivat merkittävästi enemmän verrattuna kontrolliryhmään.

Tutkimuksen heikkoudeksi tutkijaryhmä nimesi muun muassa, että suurin osa potilaista (26kpl, 76,5 %) oli liikenneonnettomuuksien uhreja eli eivät välttämättä kuvaa koko reisiluumurtumapotilaiden ryhmää parhaalla mahdollisella tavalla, potilaiden vammat olivat erilaisia, joten myös palautuminen on erilaista eikä näin tuloksia voida liikaa yleistää. Myöskin isokineettistä lihastyötä mitattaessa huomioon olisi hyvä ollut ottaa myös huippuvääntömomentti verrattuna kehonpainoon.

DeSantis Kalman & Browne (2022) tekivät case-tutkimuksen kahdeksalle 18–21-vuotiaalle NCAA divisiona I-tason college-urheilijalle, joille oli tehty lonkan artroskopia eli tähystysleikkaus. Urheilijat seurasivat DeSantisin ja muiden kehittämää kuntoutusprotokollaa, joka aloitettiin 6 viikkoa leikkauksesta, jos urheilija pystyi täyttämään määrätyt kriteerit kuten liikeratojen suorittamisen kivutta ja asianmukaisen lantion alueen lihasten hallinnan. Kuntoutukseen kuului muutakin harjoittelua kuin AlterG®:llä juoksemista mm. voimaharjoittelua sekä toiminnallista ja plyometrasta harjoittelua. Kuusi urheilijaa pystyi aloittamaan kuntoutusprotokollan kuuden viikon kohdalla, neljä urheilijaa pystyi palaamaan täyspainoisesti lajiin ja kilpailemaan 4,5-5kk kohdalla, kaksi urheilijaa 7kk kohdalla ja kaksi urheilijaa lopetti urheilu-uransa tutkimuksen aikana eikä näin palannut enää lajiin tai kilpailemaan. Case-tutkimuksessa keskityttiin tarkemmin yhteen naislentopalloilijaan, joka täytti aiemmin mainitut kuntoutusprotokollan kriteerit ja aloitti harjoittelun 6vk kohdalla. Lentopalloilija pystyi juoksemaan 95 % kehonpainolla kivuttomasti protokollan 14. päivänä. 19 viikkoa leikkauksen jälkeen urheilija sai lääkäriltä luvan rajoittamattomaan urheiluun ja viikon 21. kohdalla urheilija oli palannut ja integroitunut täyspainoisesti takaisin joukkueen harjoituksiin.

DeSantisin ja muiden (2022) mukaan tällaisten leikkausten jälkeen juoksuun palataan yleensä 3–4 kuukauden kohdalla, mutta AlterG<sup>®</sup>:n avulla juoksu voitiin aloittaa jo 8 viikon kohdalla turvallisesti.

Tenforde, Watanabe, Moren & Fredericsonin (2012) case-tutkimuksessa kohteena oli 21-vuotias NCAA divisioona I-tason naiskestävyysjuoksija, jolla todettiin suoliluussa rasitusvamman. Case-tutkimuksessa urheilija kuntoutuksen yhtenä merkittävänä osana oli AlterG<sup>®</sup>:n käyttö. Diagnoosin jälkeen urheilijalta kiellettiin hetkellisesti iskutusta tuottava harjoittelu, jonka aikana hän mm. pyöräili ja vesijuoksi. Viisi päivää diagnoosista urheilija aloitti isometriset keskivartalon ja lantion alueen hallintaharjoitukset fysioterapeutin kanssa. Ensimmäisen juoksuharjoituksen AlterG<sup>®</sup>:llä urheilija teki kolme viikkoa diagnoosista. Kyseisellä viikolla urheilija suoritti kolme harjoituskertaa 50–70 % kehonpainolla, mutta harjoitusten jälkeen ilmenneen kivun takia hän piti viikon juoksupätauon. Viikolla viisi urheilija aloitti taas juoksemisen 50 % kehonpainolla harjoituksella 3x5min juoksua 1min palautuksella. Tämä harjoituksen urheilija suoritti joka toinen päivä. Seuraavien kahden viikon aikana urheilijan juoksuintervallit pitenevät 5-15min välille, kehonpainoa lisättiin 5–10 % ja juoksun intensiteetti kasvoi. Viikolla 7 urheilija juoksi yhtä kestoisesti 35min 85 % kehonpainolla, viikolla 8 45min juoksuun 95 % kehonpainolla ja aloitti tällöin myös normaalin juoksuun. Viikoilla 10 ja 11 urheilija pystyi kilpailemaan 10 000 m juoksukilpailussa kivutta ja ilman vamman uusiutumista. Huomioitavaa on, että urheilija teki muitakin kuin AlterG<sup>®</sup>:llä tehtyjä harjoituksia kuntoutumisensa aikana kuten vesijuoksua, ylläpitääkseen suorituskykyään ja kestävyyskuntoaan. Tutkimuksen kuntoutusprotokolla on tiivistetty taulukkoon 7. Tutkimuksen haasteena nähtiin tutkitun urheilijan vamman sijainti sekä vakavuus, sillä on vaikea ennustaa yksilöllistä vastetta vamman paranemiselle ja lantion alueen rasitusvammojen paranemisajat voivat vaihdella huomattavasti. Painokevennetty juoksuharjoittelu nähtiin kuitenkin hyödyllisenä välineenä luuvammojen kuntoutuksessa, jossa paranemiselle tärkeää on kuormituksen ja iskutuksen asteittainen turvallinen lisääminen paranemisen tukemiseksi ja vamman uusiutumisen välttämiseksi.



Taulukko 7 Tenforden ja muiden (2012) tutkimuksen kuntoutusprotokolla

Viikko	AlterG®	Kuntoutus
3 vk diagnoosista	kolme harjoituskertaa 50%-70% kehonpainolla → kipua	Läpi kuntoutuksen samaan aikaan myös muuta kuntouttavaa harjoittelua kuten vesijuoksua, pyöräilyä ja lihaskuntoa
4	Kivun/oireiden takia juoksutauko	
5	50% kehonpainolla 3x5min juoksua 1min palautuksella joka toinen päivä	
6	Juoksuintervallinsa pitenivät 5-15min välille, kehonpainoa lisättiin 5-10% ja juoksun intensiteetti kasvoi	
7	Yhtä kestoisesti 35min 85% kehonpainolla	
8	45min juoksu 95% kehonpainolla, normaalin juoksun aloitus	
9	Palaaminen tavanomaiseen harjoitteluun	
10	Urheilijan tavanomaista harjoittelua ja 10 000m karsintakilpailu	
11	Urheilijan tavanomaista harjoittelua ja 10 000m NCAA-mestaruuskilpailu finaali	

Saxenan & Granotin (2011) pilottitutkimuksessa tutkittiin AlterG®:n käyttöä akillesjänneleikkauksen jälkeisessä kuntoutuksessa. Hypoteesina tutkimuksessa oli, että potilas pystyy palaamaan normaaliin juoksuun, kun pystyy juoksemaan 85 % kehonpainolla AlterG®:llä. Tutkimukseen otettiin mukaan 16 potilasta, jotka jaettiin tasan kahteen ryhmään; tutkimusryhmään, joka harjoitteli AlterG®:llä ja kontrolliryhmään, joka harjoitteli perinteisen kuntoutusprotokollan mukaan. Ryhmien kuntoutusprotokollat on kuvattu taulukossa 8. Tutkimusjoukkoon kuului neljä eliittuurheilijaa, kahdeksan potilasta, joiden toimenpiteistä kuntoutumiseen kestäisi normaalisti alle 3kk sekä neljä yli 60-vuotiasta. Edellä mainitut potilasryhmät jaettiin tasan tutkimusryhmän ja kontrolliryhmän kesken. Potilaista 7 oli naisia ja 9 miehiä ja he kaikki harrastivat juoksua, koripalloa, tennistä tai vaeltamista. Kuntoutuksen jälkeen tutkimusryhmä pystyi palaamaan juoksuun kaksi viikkoa kontrolliryhmää aiemmin, mutta siitä huolimatta ryhmien välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Urheiluun palaaminen tavallisesti kestää akillesjänteen repeämän ja/tai insertional repair -leikkauksen jälkeen kolmesta viiteen kuukautta tai jopa pidempään. Tutkimuksen heikkoudeksi todettiin tutkimus- ja kontrolliryhmän heterogeenisuus sekä se, että tutkittavien post-operatiivista itsehoitoa ei kontrolloitu, joten se saattoi vaihdella potilaiden välillä.

Taulukko 8 Saxenan &amp; Granotin (2011) tutkimuksen kuntoutusprotokolla

Viikko	AlterG®	Kuntoutus
1	-	mm. nilkka nivelten mobilisointia, nilkkaa vahvistavia harjoitteita ilman painon kannattelua jalalla, leikkaushaavan cross-friction hieronta, istuen tehdyt varpaille nousut sekä pohkeen venyttely sekä kryoterapiaa/kylmähoito
2	kävelyä 10 minuuttia 40% kehonpainolla.	edellä mainittujen lisäksi mm. pehmytkudoshierontaa, alemman nilkkanivelten mobilisointia, kuntopyöräilyä, ultraääni- ja vastaavia hoitoja tarvittaessa
3	kävelyä 10 minuuttia 70% kehonpainolla.	Edellä mainittujen lisäksi mm. harjoituksia vastuskuminauhoja ja jumppapalloa hyväksikäyttäen, nilkan Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF)
4	yhden jalan vahvistusharjoituksia AlterG:llä aloittaen 3x10 toistomäärästä siirtyen progressiivisesti 5x25 toistomääriin, AlterG:llä kävelyä kahteen mailiin asti (3,2km) 70% kehonpainolla.	Edellä mainitut
5	siirtyminen progressiivisesti AlterG:llä 75% kehonpainosta 85% kehonpainolla kävelyn matkan pysyessä kahdessa mailissa.	Edellä mainitut
6	kävely-juoksu -harjoittelun aloittaminen AlterG:llä kaavalla 2min juoksua jonka jälkeen 2min kävelyä yhteensä 10min ajan 75-85% kehonpainolla	Edellä mainitut

Chen, Tenforde & Fredericson (2013) tutkivat katsauksessaan naisurheilijoiden rasitusmurtumia ja kokivat painokevennetyn juoksumattoharjoittelun potentiaalisena kuntoutustapana vamman tai leikkauksen jälkeisessä toipumisessa. Chen ja muut (2013) kertoivat 21-vuotiaasta eliittitason kestävyysjuoksijanaisen kuntoutuksesta suoliluun rasitusvamman jälkeen. Kyseinen tutkimus on kuvattu tässä opinnäytetyössä omassa osiossaan.

Vincent, H., Madsen, A. & Vincent (2022) kävivät katsauksessaan läpi painokevennetyn harjoittelun roolia juoksijoiden kuntoutuksessa ja vamman jälkeen normaaliin juoksuun palaamisessa. Katsauksessa todettiin painokevennetyn juoksumaton käytön hyödyksi alaraajojen aikainen mobiilisaatio normaalista juoksusta tutuilla liikeradoilla kuitenkin rasittamatta liikaa vammaan liittyviä kudoksia. Painokevennetyn juoksumaton avulla kuntoutettavan kuntoutumisprosessiin voidaan sisällyttää kävelyä ja juoksua aiemmin eli jo silloin, kun koko painolla tapahtuvaa rasitusta ei vielä suositella. Samalla ehkäistään immobilisaation ja inaktivaation luomaa lihasatrofiaa juoksussa käytettävissä lihaksissa. Tärkeäksi juoksijoille nähtiin myös kardiopulmonaalisen eli keuhkoihin ja sy-

dämeen liittyvän kunnan kehittäminen kuntoutuksen aikana, sillä se muun muassa mahdollisti kovan intensiteetin harjoitusten tekemisen aiemmin kuntoutuksessa ja helpotti juoksijoiden vammaa edeltävälle tasolle palaamista kilpailuissa. Tämän koettiin onnistuvan paremmin painokevennettyä juoksumattoa hyödyntävässä kuntoutuksessa kuin perinteisissä kuntoutusprotokollissa, jotka usein perustuvat suurelta osin voimaharjoitteluun. Katsauksen mukaan, kun kuntoutuja pystyy juoksemaan kivuitta yli 95 % kehonpainolla yli 30min, on hän todennäköisesti valmis siirtymään turvallisesti normaaliin juoksuun.

Vincentin ja muiden (2022) katsauksessa esiteltiin case-tutkimus, missä 24-vuotias eliittitason juoksija kuntutettiin painokevennettyä juoksumattoa hyväksikäyttäen sääriluun mediaaliosan rasisusmurtumasta. Kyseisen tutkimuksen kuntoutusprotokolla on kuvattu oheisessa taulukossa 9.

Taulukko 9 24-vuotiaan juoksijan kuntoutusprotokolla sääriluun rasisusmurtuman jälkeen

Viikko	Painokevennetty juoksumatto
4vk diagnoosista	4-5x1min, 5-7mph (= 8,0-11,3km/h) 50% kehonpainolla, intervallien välinen palautus reipasta kävelyä, harjoituskerran kokonaiskesto 30min, 2x vk,
5	5x1-2min, 5-7mph (= 8,0-11,3km/h) 60% kehonpainolla, intervallien välinen palautus reipasta kävelyä, harjoituskerran kokonaiskesto 30min, 2-3x vk
6	5x1-3min, 5-7mph (= 8,0-11,3km/h) 70% kehonpainolla, intervallien välinen palautus reipasta kävelyä, harjoituskerran kokonaiskesto 30min, 2-3x vk
7	5x2-3min, 5-8mph (= 8,0-12,9km/h) 80% kehonpainolla, intervallien välinen palautus reipasta kävelyä, harjoituskerran kokonaiskesto 30min, 2-3x vk
8	5x3-4min, 5-8mph (= 8,0-12,9km/h) 90% kehonpainolla, intervallien välinen palautus reipasta kävelyä, harjoituskerran kokonaiskesto 30min, 3x vk
9	5x4-5min, 5-8mph (= 8,0-12,9km/h) 100% kehonpainolla, intervallien välinen palautus reipasta kävelyä, harjoituskerran kokonaiskesto 30min, 3x vk
10	Normaalin juoksun aloittaminen

Vincentin ja muiden (2022) katsauksessa kerrottiin myös case-tutkimuksesta, jossa 39-vuotias naiskestävyydsjuoksija kuntutettiin painokevennettyä juoksumattoa hyödyntäen polven tähytysleikkauksesta. Juoksijan viikoittaisen keskimääräisen kilometrimäärän kerrottiin olevan 41,6 km/vk ja keskimääräisen juoksutahdin 7,5-8mph (=12,1–12,9 km/h). Painokevennetyllä juoksumatolla ta-

pahtuneen 8 viikon kuntoutuksen aikana, joka on kuvattu taulukossa 10, case-henkilön minäpystyvyys nousi huomioitavat 57 %, mikä nähtiin vaikuttavan parempaan kuntoutumistulokseen, vähentävän pelkoa palata normaaliin juoksuun, helpottavan turvallista paluuta normaaliin juoksuun sekä edistävän positiivista psykologista näkemystä kuntoutujan omaan juoksuukykyyn.

Taulukko 10 39-vuotiaan juoksijan kuntoutusprotokolla polven tähystysleikkauksen jälkeen

Viikko	Painokevennetty juoksumatto
1 (9kk leikkauksesta)	6,7mph (=10,8km/h) 5min juoksua, 25min kävelyä 30% kehonpainolla, 1x vk
2	7,2mph (=11,6km/h) 10min juoksua, 20min kävelyä 30% kehonpainolla, 1x vk
3	7,6-7,7mph (=12,2-12,4km/h) 10-15min juoksua, 20-15min kävelyä 40% kehonpainolla, 2x vk
4	7,5-8,0mph (=12,1-12,9km/h) 15-20min juoksua, 10-15min kävelyä 50% kehonpainolla, 2x vk
5	8,0-8,3mph (=12,9-13,4km/h) 20-25min juoksua, 5-10min kävelyä 60% kehonpainolla, 2x vk
6	7,1-7,5mph (=11,4-12,1km/h) 25min juoksua, 5min kävelyä 70% kehonpainolla, 2x vk
7	8,0mph (=12,9km/h) 25min juoksua, 5 kävelyä 80% kehonpainolla, 1x vk
8	7,5mph (=12,1km/h) 25min juoksua, 5min kävelyä 80% kehonpainolla, 1x vk
9	Normaalin juoksun aloittaminen

Liem, Truswell, & Harrast (2013) käsittelivät katsauksessaan progressiivista paluuta juoksuharjoitteluun alaraajan rasisuurmurtuman jälkeen. Katsauksessa kuvailtiin ja vertailtiin eri kuntoutus tapoja kuten vastusharjoittelua, lihaskestävyysarjoittelua, keskivartalon ja lantion alueen hallinnan harjoittelua, tasapaino- ja proprioseptiikkaharjoittelua, liikkuvuusharjoittelua, askelluksen uudelleenharjoittelua, cross-training eli ristiinharjoittelua jolla tarkoitetaan yleensä kestävyysarjoittelua pyöräillen, uiden tai muilla laitteilla, vesijuoksuharjoittelua sekä painokevennetyllä juoksumattolla harjoittelua. Katsauksessa todettiin juoksijoille tärkeää olevan kestävyysominaisuuksia ylläpitävän ja kehittävän cross-trainingin, jota voidaan kutsua myös juoksua korvaavaksi harjoitteluksi. Cross-training metodeista eniten lajispesifinä pidettiin vesijuoksua sekä painokevennettyä juoksumattoharjoittelua. Lajispesifyyden lisäksi näiden kahden harjoitusmuodon eduiksi nähtiin vaurioituneiden kudosten vähäinen rasitus ja kyseisten kudosten yllirasittumisen riskin ja näin uudelleen vammautumisen riskin pieneneminen. Juoksuun palaavan rasisuurvammakuntotujan lisäksi vesijuoksu- ja painokevennetty juoksumattoharjoittelu nähtiin hyödylliseksi myös terveiden kestävyysjuoksijoiden kudosten yllirasittumisen ja rasisuurvammojen ehkäisemisessä.

## 8 Johtopäätökset

AlterG®:tä on käytetty useiden hyvin erilaisten alaraajavammojen kuntoutuksessa vaihtelevin protokollin. Usein urheilijoiden alaraajavammojen kuntoutumisprosessiin kuuluu vammaraajan painonvarauksen rajoittamista sekä juoksukieltoa, mutta AlterG® voidaan nähdä keinona lyhentää esimerkiksi totaalista juoksukieltoa. Useammassa tutkimuksessa todettiin AlterG®:llä tehdyn harjoittelun nopeuttaneen juoksuharjoittelun sekä normaalin juoksun pariin pääsemistä verrattuna perinteisiin kuntoutusprotokolleihin. Ajallisesti kyse oli viikoista, joissain tapauksissa jopa kuukausista. AlterG® -harjoittelu nähtiin nopeampana, mutta samaan aikaan turvallisempaan väylään siirtymä tavalliseen juoksuun.

Tavalliseen juoksuun adaptoituminen nähtiin myös helpompana, kun kuntoutuksessa hyödynnettiin AlterG®:tä, koska AlterG®-harjoittelussa käytetään samoja liikemalleja ja -ratoja kuin normaalissa juoksussa. AlterG®:n käytön hyödyksi kuntoutuksen osana nähtiin mahdollisuus ylläpitää ja kehittää kestävyyskuntoa sekä juoksussa käytettävien lihasten vähäisempi atrofia. Sekä kuntoutuksen aikaisen kestävyyskunnan harjoittamisen, vähäisemmän lihasatrofian että tuttuun liikeratojen mahdollistaman nopeamman normaaliin juoksuun adaptoitumisen voidaan nähdä olevan tekijöitä urheilijoiden onnistuneiden kilpailuihin palaamisen taustalla. Lisäksi hyvänä asiana pidettiin AlterG® -harjoittelun tuomaa vähäistä räsitystä vammakudoksille kuitenkin juoksua kokonaan kieltämättä sekä iskutuksen hallittua asteittaista lisäämistä. Fyysisten hyötyjen lisäksi AlterG® -harjoittelusta löydettiin psyykkisiä hyötyjä kuten kuntoutuksen aikaista minäpystyvyyden kasvamista sekä paremman elämänlaadun kokemista verrattuna kontrolliryhmään. Nämä ovat omalla tavallaan tärkeitä löydöksiä ja niiden vaikutukset voivat kumuloitua ja kertaantua.

Useammassa tutkimuksessa todettiin, että tavalliseen juoksuun siirtyminen oli turvallista, kun AlterG®:llä pystyttiin harjoittelemaan 85–95 % kehonpainolla kivutta. Eri tutkimusten harjoitusprotokollia yhdistävänä tekijänä oli, että AlterG®:llä tehdyt harjoitukset piti pystyä suorittamaan oireitta ja kivuita, ennen kuin voitiin siirtyä harjoittelussa korkeammalle kehonpainon tasolle. Oireita ilmetessä suosituksena oli lepo, kunnes oireet helpottavat ja mahdollisesti paluu aiemmalle, kevyemmälle kehonpainon tasolle.

## 9 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota tietoa AlterG<sup>®</sup>:n käytöstä urheilijoiden alaraajavammojen kuntoutuksessa, etenkin miten laitetta on käytetty ja minkä tyyppisissä vammoissa. Lisäksi haluttiin löytää keinoja tehostaa urheilijoiden vammakuntoutusta AlterG<sup>®</sup>:tä hyödyntämällä.

### 9.1 Tulosten pohdinta

Kaikissa tutkimuksissa todettiin AlterG<sup>®</sup>:stä olevan hyötyä kuntoutuksessa eikä haittoja nimetty oikeastaan ollenkaan. Näin voidaan ajatella laitteen käytön olevan kannattavaa ja samalla turvallista. Tutkimusten kuntoutusprotokollat oli suurimmassa osassa tuotu esille ja ne on opinnäytetyössä kuvattu selkeästi taulukoissa ja vastaavat ensimmäiseen tutkimuskysymykseen miten AlterG<sup>®</sup>:tä on käytetty. Harmillisesti kuitenkin useampia urheilijoita koskevassa DeSantisin ja muiden (2022) tutkimuksessa case-urheilijoiden protokollia ei oltu kuvailtu tarkemmin kuin yhden urheilijan osalta ja hänenkin kohdallaan melko ympärilyöreästi ilman tarkempia harjoitustietoja yksittäisistä harjoituksista. Samoin useamman tutkimuksen kohdalla olisi kaivannut tarkempaa kuvailua kontrolliryhmien kuntoutuksesta perinteisillä protokollilla. Mielenkiintoinen lisä oli AlterG<sup>®</sup> -harjoittelun psyykkiset hyödyt, joita parissa tutkimuksessa tuotiin esille.

Haasteen tutkimusten analysointiin teki, että kaikki tutkimukset koskivat erilaisia vammoja. Samoin tutkimusjoukot olivat hyvin moninaisia, otannat melko pieniä ja kuntoutusprotokollat erilaisia. Koska tutkimusten määrä tietyistä vammasta tai tutkimusjoukosta on vähäinen, on vaikea vetää yhteen johtopäätöksiä. Myös saman vamman kuntoutumisprosessi voi olla hyvin erilainen ja eri pituinen eri yksilöillä, etenkin rasisvammoissa. Toisaalta tutkimusten monipuolisuus mahdollisti laajemman leikkauksen painokevennettyjen juoksumattojen käytöstä tuki- ja liikuntaelinvaivojen kuntoutuskentällä. Haasteensa tutkimuskysymyksiin vastaamiseen teki se, että urheilijoille tehtyjä AlterG<sup>®</sup> tutkimuksia löytyi odotettua vähemmän. Samoin oli osittain yllättävää, että tämän opinnäytetyön tietoperustassa kuvattuja yleisiä urheilijoiden alaraajavammoja esiintyi valituissa tutkimuksissa lopulta yllättävän vähän. Kuten useissa tutkimuksissakin todettiin, edelleen tarvitaan lisää tutkimustietoa AlterG<sup>®</sup>:n käytöstä ja laajempia aineistoja vammakuntoutuksesta.

## 9.2 Luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyö pyrittiin toteuttamaan hyviä tieteellisiä käytäntöjä kunnioittaen, joita ovat muun muassa rehellisyys, huolellisuus, oman työn asiallinen ja vaatimusten mukainen toteutus ja raportointi sekä muiden töiden kunnioitus ja niihin asianmukaisesti viittaaminen (Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK) 2023). Opinnäytetyön vaiheet pyrittiin raportoimaan asiaan kuuluvalla tavalla ja niin, että tutkimus olisi toistettavissa. Tutkimusten luotettavuuden arviointi JBI kriteeristöillä oli joissain tapauksissa haastavaa, etenkin kun arvioijia oli vain yksi, mutta arviointi toteutettiin oman parhaan tiedon mukaisesti. Tulosten osalta löydöksiä pyrittiin tarkastelemaan neutraalisti, jotta sekä positiiviset että negatiiviset vaikutukset otettaisiin huomioon. Haasteen luotettavuudelle tuo, että tämän opinnäytetyön teki ja prosessin kaikki vaiheet suoritti vain yksi henkilö, jolloin inhimilliset virheet tai väärymmärrykset ovat mahdollisia. Opinnäytetyö oli opettavainen kokemus ja havainnollisesti hyvin millainen prosessi tieteellisten tutkimusten tai katsausten tekeminen on ja mitä haasteita niihin voi liittyä.

Opinnäytetyön toteutuksen aikana käytiin keskustelua, olisiko termi ”urheilija” pitänyt määritellä jollain tavalla, sillä nyt se jätettiin avoimeksi ja jokaisen oman tulkinnan mukaiseksi. Olisiko määrittely sitten tehty esimerkiksi hapenottokyvyn, kilpailutulosten, maksimaalisen juoksunopeuden vai jonkun muun kriteeristön mukaan? Onko jotain urheilulajia harrastava kuntoutuja urheilija? Toisaalta urheilijan määrittely ja vain määriteltyjen kriteerien mukaisten tutkimusjoukkojen löytäminen olisi saattanut tehdä työstä mahdottoman. Parissa tähän opinnäytetyössä mukana olleessa tutkimuksessa urheilijat kerrottiin olevan NCAA I-divisioonan taseisia urheilijoita tai kuvailtiin kuntoutujan juoksun harjoitusvauhteja, joista on jotain pääteltävissä kuntoutujien urheilullisesta tasosta. Samoin opinnäytetyön prosessin aivan alussa pohdinnassa oli, pitäisikö tutkimukset rajat koskemaan jotain tiettyjä lajeja, joissa juoksu on oleellisessa osassa kuten esimerkiksi yleisurheilu, suunnistus tai jalkapallo. Ensimmäisten aineiston hakujen yhteydessä kävi kuitenkin nopeasti ilmi, että tällainen lajikohtainen rajaus tekisi kriteerit täyttävien tutkimusten kokoamisen mahdottomaksi. Niinpä päätettiin olla rajoittamatta tutkimusten urheilulajeja. Aineiston hakua helpotti selkeiden aiheeseen osuvien termien käyttö ja niiden antamat onnistuneet aineistolöydöt. Huomioitavaa oli kuitenkin, että termien erilaiset kirjoitusasut antoivat joissain tapauksissa erilaisia tuloksia tietokannoista esimerkiksi antigravity treadmill vs. anti-gravity treadmill. On kuitenkin mahdollista, että tämän opinnäytetyön ulkopuolelle on jäänyt aiheelle relevantteja tutkimuksia.

### 9.3 Jatkotutkimusaiheet

Kuten aiemmin mainittua, urheilijoiden alaraajavammojen kuntoutus AlterG®:llä kaipaa vielä lisätutkimuksia muun muassa suuremmilla tutkimusjoukoilla. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin suurelta osin asiakkaiden fyysiseen kuntoutukseen ja fyysisiin tuloksiin, mutta mahdolliseksi jatkotutkimusaiheeksi mietityttämään jäi, miten urheilijat ja muut kuntoutettavat kokevat AlterG®:n käytön kuntoutuksessa, kokevatko sen olevan hyödyllistä, motivoiko se ja kuinka mielekkäänä he pitävät sitä osana kuntoutusta tai verrattuna muihin kuntoutusmenetelmiin.



## Lähteet

- Alanen, J. & Kallio T. 2021. Urheilijan tyypilliset nilkkavammat. Lääkärilehti 19-20/2021 vsk 76 s. 1225 – 1230. Viitattu 24.10.2023. <https://www.laakarilehti.fi/tieteessa/katsausartikkeli/urheilijan-tyypilliset-nilkkavammat/?public=de628c12abcf4f4b87f3556ca7367cf7>
- AlterG. 2023. AlterG, Inc – verkkosivut. Viitattu 19.10.2023 <https://alterg.com/>
- AlterG. N.d. Urhea-halli Oy:n verkkosivut. Viitattu 24.10.2023. <https://urhea-halli.fi/tilat/urheilutilat/alterg/>
- AlterG – painokevennetty harjoittelu. N.d. Orton Oy:n verkkosivut. Viitattu 24.10.2023. <https://www.orton.fi/palvelut/hoitopalvelut/fysioterapia-2/alterg-painokevennetty-kavely-ja-juoksuharjoittelu/>
- AlterG painokevennetty juoksumatto. N.d. KIHU Sports Lab:n verkkosivut. Viitattu 24.10.2023. <https://sportslab.fi/urheilufysioterapia/alterg-painokevennetty-juoksumatto/>
- AlterG - Painokevennetty juoksumatto. N.d. Coronarian verkkosivut. Viitattu 24.10.2023. <https://www.coronaria.fi/fysioterapia/alterg-painokevennetty-juoksumatto/>
- Anti-Gravity -juoksumatto nyt Turussa. 2016. Fysios Mehiläisen verkkosivut. Viitattu 24.10.2023. <https://www.fysios.fi/info/medialle/anti-gravity-juoksumatto-nyt-turussa>
- Barnes, K. & Janecke, J. 2017. Physiological and Biomechanical Responses of Highly Trained Distance Runners to Lower-Body Positive Pressure Treadmill Running. Sport Medicine Open. 3: 41. Viitattu 22.11.2023. <https://janet.finna.fi/>, PubMed.
- Chen, Y-T., Tenforde, A. & Fredericson, M. 2013. Update on stress fractures in female athletes: epidemiology, treatment, and prevention. Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. 6(2): 173–181. Viitattu 24.10.2023. <https://janet.finna.fi/>, PubMed.
- de Heer, H., Kaufman, A., Repka, C., Rojas, K., Charley B. & Bounds R. 2021. The AlterG® Anti-Gravity Treadmill accuracy of unloading is affected by support frame height. The Journal of Strength and Conditioning Research. 35(10): 2910-2914. Viitattu 24.11.2023. <https://janet.finna.fi/>, PubMed.
- DeSantis, B., Kalman, V. & Browne, S. 2022. Antigravity Treadmill in Rehabilitation After Hip Labral Repair Arthroscopy. International Journal of Athletic Therapy and Training. 27, 69-73. Viitattu 24.10.2023. <https://janet.finna.fi/>, PubMed.
- Fleckenstein, D., Ueberschär, O., Wüstenfeld, J., Rüdrieh, P., & Bernd Wolfarth, B. 2021. Effect of Uphill Running on VO<sub>2</sub>, Heart Rate and Lactate Accumulation on Lower Body Positive Pressure Treadmills. Sports. 9(4): 51. Viitattu 22.11.2023. <https://janet.finna.fi/>, PubMed.

Haapasalo, H. & Hyvärinen, E. 2021a. Jalkaterän vammat. Teoksessa Urheiluvammojen ehkäisy, hoito ja kuntoutus. Toim. Pasanen, K., Haapasalo, H., Halen, P. & Parkkari, J. Lahti: VK-Kustannus Oy. 628-630

Haapasalo, H. & Hyvärinen, E. 2021b. Nilkan alueen vammat. Teoksessa Urheiluvammojen ehkäisy, hoito ja kuntoutus. Toim. Pasanen, K., Haapasalo, H., Halen, P. & Parkkari, J. Lahti: VK-Kustannus Oy. 585

Haapasalo, H., Laine, H-J. & Mäenpää H. 2011. Nilkan ligamenttivamman diagnostiikka ja funktionaalinen hoito. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. 127(20):2155-2164. Viitattu 28.11.2023. <https://www.duodecimlehti.fi/duo99828>

Henkelmann, R., Schneider, S., Müller, D., Gahr, R., Josten, C. & Böhme, J. 2017. Outcome of patients after lower limb fracture with partial weight bearing postoperatively treated with or without anti-gravity treadmill (alter G<sup>®</sup>) during six weeks of rehabilitation - a protocol of a prospective randomized trial. BMC Musculoskeletal Disorders. 18: 104. Viitattu 24.10.2023. <https://janet.finna.fi/> , PubMed.

Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK). 2023. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) verkkosivut. Viitattu 5.12.2023. <https://tenk.fi/fi/tiedevilppi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk>

Kaikkonen, M., Joukainen A. & Sahlman J. 2012. Jalkapohjan kalvojänteen rappeuman hoito. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. 128(17):1777-1785. Viitattu 29.11.2023. <https://www.duodecimlehti.fi/duo10470>

Kallio, T. 2021. Urheilijan tyypillisimmät polvivammat ja niiden hoito. Lääkärilehti. 19-20/2021, 76, 1231 – 1235. Viitattu 28.11.2023. <https://www.laakarilehti.fi/tieteessa/katsausartikkeli/urheilijan-tyypillisimmat-polvivammat-ja-niiden-hoito/?public=5c85f67b16afa6819e3f582b8aec2c13>

Kim, P., Lee, H., Choi, W. & Jung, S. 2020. Effect of 4 Weeks of Anti-Gravity Treadmill Training on Isokinetic Muscle Strength and Muscle Activity in Adults Patients with a Femoral Fracture: A Randomized Controlled Trial. International Journal of Environmental Research and Public Health. 17(22): 8572. Viitattu 24.10.2023. <https://janet.finna.fi/> , PubMed.

Kline, J., Raab, S., Coast, R., Bounds, R., McNeill, D. & de Heer, H. 2015. Conversion Table for Running on Lower Body Positive Pressure Treadmills. Journal of Strength and Conditioning Research. 29(3), 854-862. Viitattu 22.11.2023. <https://janet.finna.fi/> , PubMed.

Leinonen, R. 2018. Sisällönanalyysi. Spoken Oy:n verkkosivut. Viitattu 4.12.2023. <https://spoken.fi/sisallonanalyysi/>

Liem, B., Truswell, H. & Harrast, M. 2013. Rehabilitation and Return to Running After Lower Limb Stress Fractures. Current Sports Medicine Reports. 12(3): 200-207. Viitattu 24.10.2023. <https://janet.finna.fi/> , PubMed.

McNeill, D., Kline, J., de Heer, H. & Coast, R. 2015. Oxygen Consumption of Elite Distance Runners on an Anti-Gravity Treadmill<sup>®</sup>. Journal of Sport Science & Medicine. 14(2): 333–339. Viitattu 22.11.2023. <https://janet.finna.fi/> , PubMed.

Mustajoki, P. 2022. Akillesjänne (kantajänne). Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 29.11.2023. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00901>

Niela-Vilén, H. & Hamari, L. 2016. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet. Teoksessa Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Toim. Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. 2. korjattu painos. Turun Yliopisto, hoitotieteen laitoksen julkaisuja, tutkimuksia ja raportteja. Turku: Juvenes Print.

Orava, S. & Karpakka J. 1992. Jännetulehduksen hoito. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. 108(12): 1130. Viitattu 29.11.2023. <https://www.duodecimlehti.fi/duo20215>

Palke, L., Schneider, S., Karich, B., Mende M., Josten, C., Böhme, J. & Henkelmann R. 2022. Anti-gravity treadmill rehabilitation improves gait and muscle atrophy in patients with surgically treated ankle and tibial plateau fractures after one year: A randomised clinical trial. Clinical Rehabilitation. 36(1): 87-98. Viitattu 24.10.2023. <https://janet.finna.fi/>, PubMed.

Pasanen, K. 2021. Urheiluvammojen ehkäisyn tutkiminen. Teoksessa Urheiluvammojen ehkäisy, hoito ja kuntoutus. Toim. Pasanen, K., Haapasalo, H., Halen, P. & Parkkari, J. Lahti: VK-Kustannus Oy. 18-27.

Platzer, W. 2015. Color atlas of human anatomy. Seventh edition. Stuttgart: Thieme.

ReWalk Robotics to Acquire AlterG; Acquisition Builds Commercial Scale and Accelerates Path to Profitability. 2023. ReWalk Robotics Ltd. -verkkosivut. Viitattu 19.10.2023. <https://rewalk.com/blog/rewalk-robotics-to-acquire-alterg-acquisition-builds-commercial-scale-and-accelerates-path-to-profitability/>

Saarelma, O. 2021. Polvivamma, kierrukkavamma, ristisidevamma. Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 28.11.2023. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00772>

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. Viitattu 4.12.2023. [https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf)

Saxena, A. & Granot, A. 2011. Use of an Anti-gravity Treadmill in the Rehabilitation of the Operated Achilles Tendon: A Pilot Study. The Journal of Foot and Ankle Surgery. 50(5): 558-561. Viitattu 24.10.2023. <https://janet.finna.fi/>, PubMed.

Sillanpää, P. 2021a. Akuutit polvivammat. Teoksessa Urheiluvammojen ehkäisy, hoito ja kuntoutus. Toim. Pasanen, K., Haapasalo, H., Halen, P. & Parkkari, J. Lahti: VK-Kustannus Oy. 535-536.

Sillanpää, P. 2021b. Polven rasitusvammat. Teoksessa Urheiluvammojen ehkäisy, hoito ja kuntoutus. Toim. Pasanen, K., Haapasalo, H., Halen, P. & Parkkari, J. Lahti: VK-Kustannus Oy. 546-549.

Stockland, J., Giveans, R., & Ames, P. 2019. THE EFFECT OF AN ANTI-GRAVITY TREADMILL ON RUNNING CADENCE. International Journal of Sports Physical Therapy. 14(6): 860–865. Viitattu 22.11.2023. <https://janet.finna.fi/>, PubMed.

Suhonen, R., Axelin, A. & Stolt, M. 2016. Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Teoksessa Kirjallisuuskatsaus hoitotyössä. Toim. Stolt M., Axelin, A. & Suhonen, R. 2. korjattu painos. Turun Yliopisto, hoitotieteen laitoksen julkaisuja, tutkimuksia ja raportteja. Turku: Juvenes Print.

Suomalainen, P., Sillanpää, P & Järvelä, T. 2014. Eturistisiderepeämän hoito. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. 130(5):489-494. Viitattu 28.11.2023. <https://www.duodecim-lehti.fi/duo11538>

Tarnanen, S. 2021. Jännevammat. Teoksessa Urheiluvammojen ehkäisy, hoito ja kuntoutus. Toim. Pasanen, K., Haapasalo, H., Halen, P. & Parkkari, J. Lahti: VK-Kustannus Oy. 209.

Tenforde, A., Watanabe, L., Moreno, T. & Fredericson, M. 2012. Use of an antigravity treadmill for rehabilitation of a pelvic stress injury. PM&R. 4(8):629-631. Viitattu 24.10.2023. <https://janet.finna.fi/>, PubMed.

Thomson, A., Whiteley, Hansen, C., Welzel, J., Racinais, S., & Wilson, M. 2021. Effect of speed and gradient on plantar force when running on an AlterG® treadmill. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. 13: 34. Viitattu 22.11.2023. <https://janet.finna.fi/>, PubMed.

Vincent, H., Madsen, A. & Vicent, K. 2022. Role of Antigravity Training in Rehabilitation and Return to Sport After Running Injuries. Arthroscopy, Sports Medicine and Rehabilitation. 4(1): 141–149. Viitattu 24.10.2023. <https://janet.finna.fi/>, PubMed.

Valmennuskeskus. N.d. Liikuntakeskus Pajulahden verkkosivut. Viitattu 4.1.2023. <https://paju-lahti.com/valmennuskeskus/>

