



Alaraajoihin kohdistuvien rasitusvammojen ennaltaehkäisy triathlonjuoksijoilla

Opas Kangasalan triathlonseuralle vammoja ennaltaehkäisevään harjoitteluun

Sanni Ainasoja

Sharona Symon

OPINNÄYTETYÖ
Elokuu 2024

Fysioterapeutin tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Fysioterapeutin tutkinto-ohjelma

AINASOJA, SANNI & SYMON, SHARONA:
Alaraajoihin kohdistuvien rasitusvammojen ennaltaehkäisy triathlonjuoksijoilla
Opas Kangasalan triathlonseuralle vammoja ennaltaehkäisevään harjoitteluun

Opinnäytetyö 55 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Elokuu 2024

Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä triathlonistien tietoutta juoksun yleisimmistä rasitusvammoista, niiden riskitekijöistä ja ennaltaehkäisystä harjoittelun keinoin. Opinnäytetyöhön kerättiin tietoa triathlonista lajina, juoksun biomekaniikasta, yleisimmistä juoksuvammoista ja niiden riskitekijöistä sekä tekniikka- ja lihasvoimaharjoittelun merkityksestä vammojen ennaltaehkäisyssä.

Toiminnallisen opinnäytetyön menetelmin tuotettiin opas Kangasalan triathlonseuran tarpeiden pohjalta rasitusvammoja ennaltaehkäisevään ja juoksutekniikkaa tukevaan harjoitteluun. Valmis opas sisältää tietoa juoksun tekniikkaharjoittelun ja lihasvoimaharjoittelun vaikutuksista rasitusvammojen ennaltaehkäisyyn sekä juoksutekniikka- ja lihaskuntoharjoitteita, jotka valittiin seuralle pidettyjen ohjattujen harjoituskertojen myötä.

Juoksuun liittyvät vammat ovat yleisimmin polven ja nilkan alueelle kohdistuvia rasitusvammoja. Yleisimpiä rasitusvammoja juoksussa ovat patellofemoraalinen kipuoireyhtymä, patellajänteen tulehdus, ITB-syndrooma, akillestendinopatia ja plantaarifaskiitti. Rasitusvammat syntyvät kudoksen kuormituskapasiteettiin nähden liian suuresta kuormituksesta. Vammojen taustalla riskitekijät ovat monitekijäisiä. Juoksussa vamariskiin vaikuttavat esimerkiksi kehoon kohdistuvat iskuvoimat, riittämätön alaraajojen lihasvoima sekä harjoitteluun liittyvät tekijät. Juoksun tekniikkaharjoittelulla ja lihasten vahvistamisella voidaan vähentää rasitusvamariskiä.

Tulevaisuudessa voitaisiin tutkia tarkemmin tietynlaisten harjoitusinterventioiden vaikutusta juoksuvammojen ennaltaehkäisyyn esimerkiksi hyödyntäen opinnäytetyön oppaassa esitettyjä harjoitteita.

Asiasanat: triathlon, juoksu, juoksun biomekaniikka, rasitusvamma, rasitusvammojen ennaltaehkäisy, opas

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Physiotherapy

AINASOJA, SANNI & SYMON, SHARONA:
Prevention of Lower Limb Overuse Injuries in Triathletes
Training Guide for Injury Prevention for Kangasala Triathlon Club

Bachelor's thesis 55 pages, appendices 1 page
August 2024

The aim of the thesis was to enhance understanding of the most common overuse injuries in running, along with their risk factors and prevention through targeted training. The theoretical section explores triathlon as a sport, the biomechanics of running, the most common running injuries and risk factors and the role of running technique and strength training for injury prevention. The information was gathered through literature-based approach.

The production of the thesis was a guide for the Kangasala Triathlon club. It was completed based on their needs to prevent injuries and support running technique. The guide contains information on the effect of running technique and muscle strength training to prevent lower limb overuse injuries. It also includes exercises to target running technique and muscle strength, which were selected based on the guided training sessions for the club.

The most common running-related overuse injuries are patellofemoral pain syndrome, patellofemoral tendinitis, ITB-syndrome, achilles tendinopathy and plantar fasciitis. Overuse injuries are caused by overloading the tissue relation to its loading capacity. Risk factors for running injuries are multifactorial. The risk of injury is influenced by factors such as impact forces, insufficient muscle strength in lower limbs and training-related factors. Running technique training and muscle strengthening can reduce the risk of stress injuries.

The impact of specific training interventions on the prevention of running injuries could be further investigated, for example by using exercises in the thesis guide.

Key words: triathlon, running, running biomechanics, overuse injury, stress injuries, stress injury prevention, guide

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS	6
3 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	7
3.1 Toiminnallinen opinnäytetyö	7
3.2 Tiedonhaku	7
3.3 Eettisyys ja luotettavuus	8
4 TRIATHLON.....	10
4.1 Triathlon lajina.....	10
4.2 Juoksuosuus triathlonissa.....	11
5 JUOKSUN BIOMEKANIikka	12
5.1 Juoksun vaiheet.....	12
5.2 Juoksuaskellus.....	15
5.3 Juoksutekniikka ja taloudellisuus	17
6 RASITUSVAMMAT JUOKSUSSA	20
6.1 Yleisimmät polven alueen rasitusvammat.....	21
6.2 Yleisimmät nilkan alueen rasitusvammat	22
7 RISKITEKIJÄT RASITUSVAMMOILLE JUOKSUSSA	24
7.1 Biomekaaniset ja anatomiset riskitekijät	24
7.2 Harjoitteluun liittyvät tekijät	27
7.3 Ulkoiset riskitekijät	27
8 KEINOT JUOKSUN RASITUSVAMMOJEN ENNALTAEHKÄISYYN	29
8.1 Juoksun tekniikkaharjoittelu	29
8.2 Voimaharjoittelu	31
8.3 Voimaharjoittelun ohjelmointi juoksun kanssa	35
9 OPAS.....	37
9.1 Hyvän oppaan piirteitä	37
9.2 Oppaan suunnittelu ja toteutus	37
9.3 Oppaan harjoitteet	40
10 POHDINTA	45
LÄHTEET	49
LIITTEET	55
Liite 1. Opas.....	55

1 JOHDANTO

Juoksu on ihmiselle luontainen liikkumismuoto. Nykyään juostaan niin arkisissa harrastuksissa kuin myös urheilulajeissa osana lajia. Suosiotaan lähivuosina ovat kasvattaneet erilaiset kestävyysjuoksut kuten maraton sekä äärimmäisenä kestävyyslajina tunnettu triathlon, johon on yhdistetty kestävyysjuoksun lisäksi kaksi muuta lajia, uinti sekä pyöräily. Triathlonissa juoksuosuus suoritetaan aina viimeisenä, jolloin taustalla on uinti- ja pyöräilyosuudesta aiheutunut rasitus. (Triathlon-Suomi n.d.; Kangas & Suopela 2014.)

Rasitusvammat ovat yleinen ongelma paljon juoksua harrastavilla. Aikaisemmat vammat ovat aina riski uusille vammoille, joten vammojen ennaltaehkäiseminen voidaan nähdä tärkeänä. Rasitusvammojen yleisyyttä juoksussa voi selittää samanlaisena toistuva liikerata, jolloin kuormitus ja iskutus kohdistuu tiettyihin kehon osiin enemmän ja useammin kuin toisiin. Rasitusvammat voivat aiheuttaa yksilölle kipua, elämänlaadun heikkenemistä sekä poissaoloja harrastuksesta ja työstä. Vammojen ennaltaehkäisy on yhteydessä parempaan suorituskykyyn ja pienempiin kustannuksiin yhteiskunnassa. (Ristolainen 2012; Kozinc & Sarabon 2017; Pasanen, Haapasalo, Halén & Parkkari 2021, 18–22.)

Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on lisätä tietoutta juoksun yleisimmistä rasitusvammoista, niiden riskitekijöistä ja ennaltaehkäisystä harjoittelun keinoin. Opinnäytetyön tuotoksena syntyy opas Kangasalan triathlonseuralle. Opas sisältää juoksussa esiintyvien alaraajojen rasitusvammojen ennaltaehkäisyyn soveltuvia juoksutekniikka- ja lihasvoimaharjoitteita. Lisäksi seuralle ohjataan kaksi harjoituskertaa varmistaaksemme oppaan toimivuuden ja hyödyllisyyden.

Päädyimme opinnäytetyöaiheeseemme, koska meitä kiinnostaa tuki- ja liikuntaelimistön fysioterapia ja koemme fysioterapian roolin tärkeäksi vammojen ennaltaehkäisyssä. Juoksua sisältävien kestävyyslajien suosion kasvun vuoksi on tärkeää kiinnittää huomiota juoksuvammojen ennaltaehkäisyyn sekä harraste- että kilpatasolla.

2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda esille fysioterapian tärkeä rooli ja fysioterapiaosaamisen hyödyntämisen mahdollisuudet vammojen ennaltaehkäisyssä sekä lisätä triathlonseuran jäsenien ja muiden opinnäytetyötä lukevien tietoutta juoksuvammojen riskitekijöistä sekä ennaltaehkäisevästä harjoittelusta.

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena on luoda Kangasalan triathlonseuralle opas omatoimiseen juoksuvammoja ennaltaehkäisevään ja juoksu-tekniikkaa tukevaan harjoitteluun sekä toteuttaa ohjausta seuralle suunnitellun oppaan pohjalta. Oppaan avulla tarjotaan Kangasalan triathlonseuralle mahdollisuus ottaa vastuuta seurana ja yksilöinä vammoja ennaltaehkäisevästä harjoittelusta tieteelliseen tietoon pohjautuen. Opinnäytetyö kokonaisuudessaan sisältää teoreettista tietoa juoksusta ja siihen liitettävistä biomekaanisista tekijöistä. Lisäksi se käsittelee juoksuun liittyviä rasitusvammoja ja niiden ennaltaehkäisyä harjoittelun keinoin.

Opinnäytetyömme etenemistä ohjaavia kysymyksiä:

- Mitä on triathlon?
- Mitkä lajivaatimukselliset tekijät vaikuttavat vammariskiin?
- Mitkä tekijät juoksun biomekaniikassa voivat altistaa vammoille?
- Millaisia ovat tyypillisimmät alaraajojen rasitusvammat ja mitkä ovat yleisiä riskitekijöitä näille rasitusvammoille?
- Miten ja millaisella harjoittelulla juoksuun liittyviä alaraajojen rasitusvammoja voitaisiin ehkäistä?
- Millainen on hyvä opas?

3 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

3.1 Toiminnallinen opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulussa tehdyn opinnäytetyön tulisi olla työelämälähtöinen, käytännönläheinen ja ilmaista tietojen sekä taitojen hallintaa tutkimuksellisella asenteella höystettynä. Toiminnallinen opinnäytetyö on yksi vaihtoehto toteuttaa opinnäytetyö. Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on toimia käytännössä ammatillisella kentällä ohjeena, oppaana tai toiminnan järjestämisenä. Toiminnallisen opinnäytetyön lopputulema on tuotos, joka voi olla esimerkiksi verkkosivu, ohjekirja, opas tai tapahtuma. Toiminnallinen opinnäytetyö tehdään usein jollekin ulkopuoliselle toimijalle toimintaa kehittäen, jolloin siinä korostuu opiskelijoiden ja muiden toimijoiden välinen vuorovaikutteisuus. (Vilkkä & Airaksinen 2003.)

Toiminnallinen opinnäytetyömme syntyy Kangasalan triathlonseuran tarpeiden perusteella. Seura toivoi juoksun lihaskunto- ja tekniikkaharjoituksiin opinnäytetyöntekijää. Opinnäytetyön tuotoksena syntyy tutkimukselliseen tietoon pohjautuva opas alaraajoihin kohdistuvien rasitusvammojen ennaltaehkäisyyn liittyvästä harjoittelusta. Oppaan viemiseksi käytäntöön ja sen hyödyllisyyden takaamiseksi toteutetaan kaksi ohjausta seuralle. Opinnäytetyömme sisältää kirjallisen raportin, joka sisältää teoreettisen tietoperustan lähdeviitteineen sekä kuvauksen oppaan kehittamisestä, arvioinnin sekä pohdinnan opinnäytetyöprosessista.

3.2 Tiedonhaku

Opinnäytetyön tiedonhaussa teimme yleiskatsauksen aiheeseen. Aineiston valintaa eivät rajanneet liian yksiselitteiset tai tiukat säännöt. Käytimme opinnäytetyössämme laajaa määrää erilaisia aineistoja, kuten aiheeseen liittyviä tutkimuksia ja aihetta kuvaavaa kirjallisuutta. Nämä tiivistettiin lopullisessa opinnäytetyöraportissa yhtenäiseksi kokonaisuudeksi.

Aineistonkeruu jatkui koko opinnäytetyöprosessin ajan. Tiedonhaku eteni aiheen pinnalta kohti syvempää aiheen ymmärrystä ja tarkastelua. Aiemman tiedonhaun

perusteella saimme uusia näkökulmia ja tarkennuksia tekemäämme tiedonhaun.

Aloitimme tiedonhaun syksyllä 2023. Suoritimme tiedonhaun pääosin sähköisten hakukoneiden kautta. Sähköisiä hakukoneita olivat muun muassa PubMed, China, Google Scholar sekä koulun tarjoama Andor-tietopalvelu. Hyödynsimme myös juoksuun liittyvää painettua kirjallisuutta. Etsimme tietoa triathlonista lajina, juoksun biomekaniikasta ja juoksuun liittyvistä rasitusvammoista. Käytimme hakusanoja ja hakulausekkeita seuraavia: "running injuries", "running biomechanic", "running injuries AND triathlon", "running biomechanic AND overuse injuries". Tämän myötä pystyimme rajaamaan opinnäytetyön koskemaan enemmän pehmytkudokseen kohdistuvia rasitusvammoja.

Tiedonhaun edetessä etsimme syventävää tietoa opinnäytetyön eri osa-alueista, kuten esimerkiksi yleisimmistä vammoista ja niiden syntymekanismeista, vammojen riskitekijöistä, juoksutekniikasta ja biomekaniikasta sekä vammoja ennaltaehkäisevästä harjoittelusta eli juoksun tekniikkaharjoittelusta ja voimaharjoittelusta. Myöhemmin tiedonhaussa käytettyjä hakusanoja olivat: "running technique", "running technique training", "running injuries AND prevention", "overuse injuries AND prevention", "running AND strength training", "running injury prevention".

Käytimme suomenkielisiä ja englanninkielisiä lähteitä. Rajasimme tiedonhakumme koskemaan vuoden 2000 jälkeen julkaistuja tutkimuksia, artikkeleita ja kirjallisia teoksia. Hyödynsimme muutamia lähteitä tämän aikarajauksen ulkopuolelta, sillä koimme niiden kuvaavan aihettamme hyvin.

3.3 Eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyössä noudatamme hyvää tieteellistä käytäntöä. Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluvia arvoja ovat rehellisyys, vastuullisuus, luotettavuus ja yleinen arvostus (Tutkimuseettinen neuvottelulautakunta 2023). Nämä arvot toteutuvat opinnäytetyössä niin, että pidämme huolen hyvän tieteellisen käytännön kriteerien toteutumisesta ja arvioinnista yhteistyössä opinnäytetyöohjaajan kanssa.

Opinnäytetyön teoriapohjan hankinnassa huolehdimme tiedon oikeellisuudesta ja luotettavuudesta raportoimalla tiedonhakuprosessia osana opinnäytetyötämme sekä kunnioitamme tiedon alkuperää viittaamalla lähteisiin asianmukaisesti Tampereen ammattikorkeakoulun ohjeistuksen mukaisesti.

Opinnäytetyöntekijöinä kannamme vastuun opinnäytetyön sisällöstä. Omissamme tekijänoikeudet opinnäytetyöhömmä sekä opinnäytetyön yhteydessä julkaistavaan oppaaseen. Yhteistyökumppanin kanssa on kirjoitettu yhteistyösopimus, jolloin yhteistyökumppanimme voi hyödyntää opinnäytetyön ja oppaan sisältöä toiminnassaan. Valmis opinnäytetyö julkaistaan Theseuksessa.

4 TRIATHLON

4.1 Triathlon lajina

Triathlon on monipuolinen kestävyyslaji, joka vaatii harrastajaltaan hyvää kestävyyskuntoa, kolmen eri lajin osaamista ja niiden yhdistämistä yhdeksi suoritukseksi. Triathlon koostuu kolmesta peräkkäin suoritettavasta lajista: uinnista, pyöräilystä ja juoksusta. Vuonna 1978 Havaijilla järjestettiin historian ensimmäinen triathlon. Vähitellen triathlonista on kehittynyt arvostettu kilpaurheilulaji, johon osallistuu niin amatöörejä kuin korkean tason urheilijoita ympäri maailman. Vuosittain jopa 50 000 osallistujaa kilpailee Ironman-matkaa. Triathloniin voi osallistua eri mittaisilla lajimatkoilla, mikä mahdollistaa triathlonin harrastamisen matalammallakin kynnyksellä. (TriathlonSuomi n.d.)

Triathlonissa yleisimpiä matkoja ovat lyhyimmästä pisimpään: sprintti-, olympia-, puoli- ja täysmatka. Sprinttimatka on lyhyin kilpailumatka, joka sisältää uintia 750 m, pyöräilyä 20 km ja juoksua 5 km. Olympiamatka, toisin sanoen perusmatka sijoittuu sprinttimatkan ja puolimatkan väliin. Olympiamatkalla uidaan 1500 m, pyöräillään 40 km ja juostaan 10 km. Puolimatalla uintiosuus on 1900 m, pyöräilyosuus 90 km ja juoksuosuus 21,1 km. Täysmatkasta käytetään myös nimeä Ironman. Ironmanissa uintiosuus on 3800 m, pyöräilyosuus 180 km ja juoksuosuus 42,2 km. (TriathlonSuomi n.d.)

Triathlon vaatii hyvää kestävyysuorituskykyä. Lyhyemmissä kilpailuissa korostuu jonkin verran maksimaalinen hapenottokyky, mutta pidemmällä matkoilla korostuu erityisesti liikkumisen taloudellisuus. Energiaa tulisi pystyä hyödyntämään taloudellisesti ja tehokkaasti kilpailun ajan. Jokainen laji tulisi pystyä suorittamaan optimaalisella vauhdilla niin, ettei liiallista väsymystä synny seuraavaan lajiin. (O'toole & Douglas 1995, 251–253; Malinen 2016.)

Triathlonissa kilpailumatkojen pituuksien vaihtelulla, kilpailun kokonaiskestolla ja erilaisilla ympäristötekijöillä on olennainen vaikutus suorituksen fyysiseen kuormitukseen. Esimerkiksi maaston vaihtelevuus voi vaikuttaa pyöräily- ja juoksu-

osuuden kuormittavuuteen, kun taas avovedessä uudessa veden virtauksen muutokset voivat muuttaa uinnin kuormitusta ja heijastella näin ollen muihin lajin osasuorituksiin. (Malinen 2016, 6–7.)

4.2 Juoksuosuus triathlonissa

Triathlonissa juoksu suoritetaan lajeista viimeisenä. Juoksu on erityisen haastava aikaisempien lajien aiheuttaman rasituksen vuoksi. Matkojen pituuksien vaihtelun voidaan päätellä vaikuttavan kokonaiskuormitukseen. Pidemmät uinti- ja pyöräilymatkat luovat enemmän haastetta juoksuosuudelle kuin lyhyemmät. Triathlonjuoksu eroaa pelkästä juoksuosuudesta muun muassa korkeamman sykkeen, hapenkulutuksen ja energiankulutuksen osalta. Ympäristöolosuhteet, kuten erilaiset alustat, lämpötila, ilmankosteus ja voimakkaat vauhdin muutokset juoksun aikana vaikuttavat energiankulutukseen. On myös todettu, että kasvaneella energiankulutuksella voi olla vaikutuksia juoksun biomekaniikkaan. (Malinen 2016, 16–18.)

Viimeisenä lajina juoksu voi olla niin fyysisesti kuin psyykkisesti raskas osuus. Pyöräilyosuuden suorittamisella on vaikutusta siihen, miten juoksuosuus onnistuu. Juoksuosuuteen vaikuttaa se, onko pyöräily pystytty suorittamaan tasaisilla tehoilla vai vaihtelevilla tehoilla (Malinen 2016, 13–16). Pyöräilystä juoksuun vaihtoon liittyvät myös koordinaatiohaasteet ja aineenvaihdunnalliset haasteet. Juoksussa käytetään samoja lihaksia kuin pyöräilyssä. Lihakset ovat rasittuneet jo ennen juoksuun siirtymistä, millä voi olla vaikutus juokсутekniikkaan. Pyöräilyssä konsentrista työtä tekevät lihakset toimivat juoksun aikana pääasiassa eksentrisesti, mikä voi aiheuttaa omat haasteensa juoksuosuudelle ja koordinaatiolle. (Kangas & Suopela 2014; Kienstra, Asken, Garcia, Lara & Best 2017.)

5 JUOKSUN BIOMEKANIikkaA

Biomekaniikka on ihmisen liikkeen tarkastelua mekaniikan keinoin. Biomekaniikan avulla voidaan havainnoida erilaisten asentojen ja liikkeiden vaikutuksia kehoon ja ymmärtää, miten sisäiset ja ulkoiset voimat kohdistuvat eri rakenteisiin esimerkiksi juoksun aikana. (Koskela, Pasanen, Rinne, Suni & Taulaniemi n.d.) Biomekaniikan tarkastelua voidaan hyödyntää esimerkiksi vammojen ennaltaehkäisyssä, kuntoutuksessa sekä parantamaan urheilijan suorituskykyä. Biomekaniikka voidaan jakaa kinematiikkaan eli liikkeiden analyysiin ja kinetiikkaan eli liikkeisiin vaikuttavien voimien mittaukseen. (Canata, Jones, Krutsch, Thoreux & Vascellari 2022, 1–12.)

Juoksun aikana tapahtuvia vartalon liikkeitä voidaan analysoida eri anatomisissa tasoissa, joita ovat sagittaalitaso, frontaalitaso ja horisontaalitaso. Sagittaalitaso jakaa kehon kuvitteellisesti oikeaan ja vasempaan puoliskoon. Sagittaalitasossa tarkasteltaviin liikkeisiin lasketaan koukistus- ja ojennussuuntaiset liikkeet, jotka ovat yleisimpiä juoksussa. Frontaalitaso jakaa kehon etu- ja takaosaan. Frontaalitasolla voidaan tarkastella sivuttaissuuntaisia liikkeitä, esimerkiksi reiden loitonusta ja lähennystä. Horisontaalitaso jakaa kehon ylä- ja alaosaan, missä tarkasteltavaksi liikkeiksi katsotaan esimerkiksi ulko- ja sisärotaatiot. (Sandström & Ahonen 2011, 161–165; Saarinen 2022, 23–25.) Kinetiikan analyysia tehdään erilaisten voimalevyantureiden tai jalkapohjan painetta mittaavien pohjallisten avulla, jolloin pystytään arvioimaan juoksun aikana ilmeneviä voimia ja kuormituksen jakautumista. Lihasten aktivoitumista juoksun aikana voidaan seurata elektromyografialla eli EMG:llä. (Canata ym. 2022, 1–12.)

5.1 Juoksun vaiheet

Juoksu on nopein liikkumisen muoto ilman apuvälineitä. Kävely muuttuu vähitellen juoksuksi, kun vauhtia kiihdytetään riittävästi. Juoksun lentovaiheessa molemmat jalat ovat ilmassa yhtä aikaa. Kävelylle ominainen kaksoistukivaihe ja jommankumman jalan jatkuva kontakti maahan häviävät. Kävelyyyn verrattuna

juoksussa raajoihin kohdistuva kuormitus kasvaa noin kolminkertaiseksi iskutuksen lisääntyessä kehon massakeskipisteen ja lantion korkeuden vaihtelun myötä. (Sandström & Ahonen 2011, 331.)

Juoksu sisältää tukivaiheen eli kontaktivaiheen ja heilahdusvaiheen kuten kävelykin. Juoksun askelsyklissä askelkontaktivaihe kestää noin 30 % ajasta ja heilahdusvaihe eli niin sanottu ilmalentovaihe 70 % ajasta. Kovempi juoksuvauhti lyhentää askelkontaktia (Heikura 2012, 2.) Juoksusyklin vaiheet ovat jaoteltu eri lähteissä hieman eri tavoin, mutta periaatteeltaan ne ovat samat. Sandströmin ja Ahosen (2011) mukaan juoksun vaiheet voidaan jakaa viiteen vaiheeseen: kuormitusvaiheeseen, ponnistusvaiheeseen, lentovaiheeseen, eteenpäinheilahdusvaiheeseen ja jalan laskeutumisvaiheeseen (Sandström & Ahonen 2011, 333).

Kuormitusvaihe koostuu juoksun maahantulovaiheesta ja maksimikosketusvaiheesta. Lihakset ovat juoksun aikana aktiivisimmillaan hieman ennen kontaktia maahan ja sen jälkeen. Juuri ennen maahantulovaihetta lihakset toimivat eksentrisesti absorboidakseen maan reaktivoimia ja vaimentaakseen iskua maahan. Maahantulovaiheessa alaraaja ottaa ensimmäisen kosketuksen maahan lentovaiheen jälkeen. Alustakontakti voi tapahtua kantapää edellä, jalan keskiosa tai päkiä edellä. Jos alustakontakti tapahtuu kantapää edellä, on alaraaja usein polvi lähes ojennettuna ja nilkka koukistettuna. Nilkan koukistussuuntaista asentoa hallitsee konsentrisesti m. tibialis anterior eli etummainen säärilihäs. Etummainen säärilihäs siirtyy toimimaan eksentrisesti pian askelkontaktin jälkeen halliten jalkaterän osumista alustaan. Päkiäastujilla polvi ja lonkka on maahantulovaiheessa enemmän koukistettuna ja nilkka on ojennettuna. Lyhyen maakontaktin aikana nilkka koukistuu hieman, jolloin pohjelihakset muun muassa m. triceps surae toimivat eksentrisesti kontrolloiden tätä liikettä. (Physiopedia n.d.; Novacheck 1998; Sandström & Ahonen 2011, 333–334; Daoud, Geissler, Wang, Saretsky, Daoud & Lieberman 2012; Kozinc & Sarabon 2017; Saarinen 2022, 26–35.)

Maahantulovaiheesta siirrytään maksimikosketusvaiheeseen. Maksimikosketusvaiheessa paino siirtyy tukijalan päälle voimakkaammin ja tukijalka joustaa polven koukistusta syventäen. Polven koukistusta hallitsevat eksentrisesti reiden

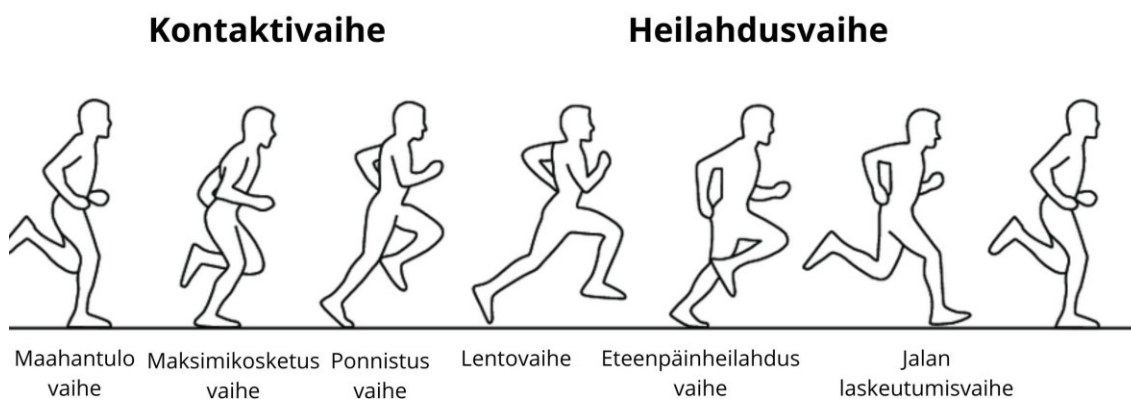
etuosan lihakset, m. quadriceps. Tässä vaiheessa kehon jousimekanismit toimivat iskunvaimentajina massakeskipisteen laskeutuessa alemmas. Lisäksi varastoidaan elastista energiaa. Kuormitusvaiheen aikana lantion tulisi olla neutraalissa asennossa. Keskimäinen pakaralihas ja lonkan syvät kiertäjälihakset tukevat lantiota ja estävät tukivaiheen aikana liiallista reiden lähennystä ja sisäkiertoa (Ferber, Hreljac & Kendall 2009). Maksimikosketusvaiheen aikana heilahdusvaiheessa oleva alaraaja saksaa tukivaiheessa olevan alaraajan kanssa niin, että molempien jalkojen reidet ovat rinnakkain. Heilahdusvaiheessa olevan alaraajan polvi saavuttaa juoksusyklin suurimman koukistuksen. Mitä suurempi vauhti, sitä enemmän heilahdusvaiheessa olevan alaraajan polvi koukistuu. (Novacheck 1998; Sandström & Ahonen 2011, 333–335; Saarinen 2022, 26–35.)

Maksimikosketusvaiheesta siirrytään vähitellen juoksun ponnistusvaiheeseen, jossa tukijalka jää vartalon taakse työntäen lisää vauhtia ja vapauttaen maksimikosketusvaiheessa kehoon kertyneen elastisen energian. Kehon painopiste siirtyy eteen ja ylöspäin. Lihakset siirtyvät eksentrisestä voimantuotosta konsentrisiin. Ponnistusvaiheessa tapahtuu juoksusyklin suurin lonkan ojentuminen, josta huolehtivat reiden takaosan hamstring-lihakset sekä iso pakaralihas, m. gluteus maximus. Myös polvi ja nilkka ojentuvat. Pohkeen lihaksisto supistuu ja tuottaa voimaa ponnistukseen. Työnnön jälkeen alaraaja siirtyy heilahdusvaiheeseen polvi ja lonkka koukistussuuntaan siirtyen. (Novacheck 1998; Sandström & Ahonen 2011, 333–335; Kozinc & Sarabon 2017; Saarinen 2022, 26–35.)

Lentovaiheessa molemmat jalat ovat hetkellisesti irti alustasta. Eteenpäinheilahdusvaiheessa vartalon takaa heilahdukseen siirtynyt alaraaja tuottaa liike-energiaa auttaen tukivaiheeseen siirtynyttä alaraajaa ponnistamaan. Eteenpäinheilahdusvaiheessa yläraajojen liike-energiaa voidaan käyttää juoksun apuna. (Sandström & Ahonen 2011, 333–335.)

Jalan laskeutumisvaihe toteutuu juuri ennen juoksun maahantulovaihetta. Tässä vaiheessa nilkka on siirtynyt ojennussuunnasta takaisin koukistukseen valmistautuen kontaktiin, kun taas polvi on siirtynyt koukistuksesta hieman ojennussuuntaan etureiden konsentrisen supistumisen myötä. Reiden takaosan lihakset

toimivat jarruttaen polven ojennusta. Jalan tullessa kontaktiin alustan kanssa tulisi alaraajan olla jo matkalla taaksepäin, valmistautuen ottamaan vastaan koko kehon painon. (Sandström & Ahonen 2011, 334–335; Saarinen 2022, 26–35.)



Kuva 1. Juoksun vaiheet (Mukaiillen Zrenner ym. 2022.)

5.2 Juoksuaskellus

Juoksuaskellusta tarkastellaan usein liittyen juoksun biomekaniikkaan ja alaraajojen niveliin kohdistuviin voimiin juoksun aikana. Juostessa syntyy kahden kappaleen välinen voimakas törmäysvoima maan ja ihmiskehon välillä lyhyen ajan sisällä. Kun juoksija tulee tukivaiheen alussa kontaktiin alustan kanssa, tuottaa juoksijan paino maata kohti suuntautuvan voiman. Samanaikaisesti alustasta syntyy juoksijan alaraajoihin samansuuruinen vastakkainen voima, jota kutsutaan kontaktireaktiivoimaksi. Kontaktireaktiivoimasta käytetään englanniksi termiä ground reaction force eli GRF. Juoksijan massakeskipisteen sijainti ja kiihtyvyys määräävät tämän reaktiivoiman suuruuden ja suunnan. (Novacheck 1998; Pirkola 2020, 23–25; Canata ym. 2022, 1–12.)

Askellustekniikan on todettu vaikuttavan alaraajaan kohdistuviin voimiin. Kontaktireaktiivoiman suuruus vaikuttaa niveliin kohdistuvaan kuormitukseen. Eri askelustyyppit jaetaan tavallisesti kolmeen eri luokkaan: kanta-askellus, keskijalan askellus ja päkiäaskellus. Nimien mukaisesti maahan osuu aina ensimmäisenä

kanta-askelluksessa kantapää, keskijalan askelluksessa jalan keskiosa ja päkiäaskelluksessa päkiä. Kanta-askelluksessa jalka osuu maahan polvi lähes ojennettuna ja nilkka koukistettuna. Tästä syntyy nopea, voimakas impulssi eli törmäysvoima (Helenius 2020, 8–9). Päkiäaskelluksessa polvi on koukistettuna ja nilkka ojennettuna, jolloin polvi ja nilkka myötäilevät liikettä. Kanta-askeleelle tyypillistä voimakasta impulssiä ei synny. (Heikura 2012, 11–12.)



Kuva 2. Eri askellustyyppit. A) Päkiäaskellus. B) Keskijalan askellus. C) Kanta-askellus. (Souza 2016.)

Huomioita eri askellustekniikoiden käytöstä on tehty paljon. Päkiäaskellusta pidetään usein pikajuoksijoiden tapana juosta. On kuitenkin todettu, että ammattilaisurheilijat hyödyntävät myös pidemmällä matkoilla päkiäaskellusta, kun taas harrastajilla kanta-askellus on tyypillisempää (Canata ym. 2022, 1–12). Päkiäastujilla nilkan on todettu olevan askelkontaktivaiheessa enemmän ojennuksessa ja kanta-askelluksessa enemmän koukistuksessa (Pirkola 2020, 28). Päkiäaskellus asettaa suurempia vaatimuksia plantaarifleksoreille eli pohjelihaksille ja akillesjänteelle. Kuormitus kohdistuu voimakkaimmin nilkan alueelle. Kanta-askelluksessa voiman on todettu välittyvän korkeammalle kineettisessä ketjussa ja näin aiheuttaen enemmän patellofemoraalisia ja tibiofemoraalisia kompressiovoimia. Kanta-askelluksessa menetetään myös energiaa. (Kulmala, Avela, Pasanen & Parkkari 2013; Kozinc & Sarabon 2017.)

Lisäksi jalkaterän pronaation ja supinaation ilmeneminen juoksun kuormistusvaiheen aikana on ollut keskustelun kohteena. Yksinkertaistettuna pronaatiolla tarkoitetaan nilkan kääntymistä ja jalkaterän laskeutumista sisäänpäin (Saarinen 2022, 34). Pronaatio koostuu nilkan koukistuksesta, jalkaterän loitonnuksesta ja

eversioista. Eversioilla tarkoitetaan jalkaterän kääntymistä keskiasennosta ulospäin. Supinaatio koostuu nilkan ojennuksesta, jalkaterän lähennyksestä sekä inversiosta. Inversiolla tarkoitetaan jalkaterän kääntymistä keskiasennosta sisäänpäin. Yksinkertaistettuna supinaatiossa nilkka kääntyy ylöspäin ja jalkaholvi nousee (Saarinen 2022, 34). Riittävä pronatio tukivaiheen alussa on välttämätön ja vaimentaa alaraajaan kohdistuvia iskuvoimia tehden jalasta joustavamman. Pronaation tulisi vaihtua melko nopeasti supinaatioon ponnistusvaihetta varten. Supinaatio on pronation vastaliike, jonka myötä nilkka jäykistyy jäykäksi vipuvarreksi ja pystyy tuottamaan paremmin työntöön tarvittavaa voimaa. (Ferber ym. 2009; Mikkola, Nieminen & Ritvanen 2016, 12–13; Pirkola 2020, 23.)

Askelluksessa on merkitystä myös sillä, mihin askelkontakti osuu suhteessa vartaloon. Askeleen tulisi rullata askelkontaktissa edestä taakse tarkoittaen sitä, että alaraaja on jo matkalla taaksepäin kontaktin tapahtuessa. Lisäksi askelkontaktin olisi hyvä osua suoraan vartalon eli painopisteen alle. Tällöin iskukuormitus vähenee, jalka viettää lyhyemmän ajan maassa eikä energiaa kulu niin paljon kehon kannattelemiseen maakosketusvaiheessa. Askeleen hyvä rullaus siis vähentää jarruttavia voimia. (Lieberman, Warrener, Wang & Castillo 2015; Terveurheilija 2023.)

5.3 Juoksutekniikka ja taloudellisuus

Juoksutekniikka on monen eri osa-alueen yhdistelmä. Juoksutekniikkaan lasketaan kuuluvaksi esimerkiksi askelpituus ja askeltiheys, juoksuasento, liikkeen suunta sekä rentous. Hyvä juoksutekniikka mahdollistaa juoksun taloudellisuuden, rentouden, vauhdin lisäämisen ja voi auttaa välttämään vammoja. (Anttila, Hänninen, Kotiranta, Lehtinen & Paunonen 2013, 66–67.)

Juoksun taloudellisuus määritellään kulutetun hapen määräksi tietyllä submaksimaalisella juoksunopeudella. Paremman juoksutalouden omaava juoksija kuluttaa tietyllä juoksunopeudella vähemmän happea kuin heikommalla juoksutaloudella juokseva. Tämä tarkoittaa sitä, että pystytään juoksemaan pidempään, nopeammin ja säästämään enemmän energiaa. (Saarinen 2022, 39; Šuc, Šarko, Plesa & Kozinc 2022.) Juoksuaskeleeseen vaikuttavat muuttujat voivat heijastella

juoksun taloudellisuuteen. Tällaisia ovat esimerkiksi kontaktiaika ja kontaktireaktiivoima sekä askelpituus ja tiheys (Šuc ym. 2022). Kontaktiajalla tarkoitetaan askeleessa tapahtuvaa jarrutusvaiheesta työntövaiheeseen siirtymää, jonka tulisi olla mahdollisimman lyhyt tehokkaassa juoksussa. Lihasten kyky varastoida ja vapauttaa energiaa on tärkeä lyhyen kontaktiajan kannalta, kuten myös taloudellisuuden lisäämiseksi. (Winter, Gordon, Brice, Lindsay & Barrs 2019; Saarinen 2022, 39.)

Askeltiheys ja askelpituus ovat juoksuun liittyviä muuttujia, jotka muodostavat yhdessä juoksunopeuden. Juoksuvauhtia voidaan muuttaa pidentämällä askelpitua tai tiivistämällä askeltiheyttä. Askelpituus jaetaan kolmeen vaiheeseen, joita ovat irtoamispituus, lentopituus ja alastulopituus. Irtoamispituudella tarkoitetaan jalan ja massakeskipisteen välistä matkaa, kun jalka irtoaa alustasta. Lonkan liikkuvuus ja aktiivinen lonkan ojennus ovat tärkeässä asemassa hyvän ponnistuspuuden aikaansaamiseksi. Lentopituudella tarkoitetaan sitä matkaa, jonka juoksija on ilmassa ennen toisen jalan kontaktia alustaan. Matka alkaa jalan irtoamishetkestä ja päättyy toisen jalan kontaktiin maahan. Lentopituuteen vaikuttavat nopeus ja ilmanvastus, kuten tuulen suunta. Alastulopituus on matka juoksijan massakeskipisteen ja jalan alastulokohdan välillä. Pitkä matka näiden välillä aiheuttaa suuremman törmäysvoiman ja hidastaa vauhtia, kun taas lyhyempi alastulopituus on yhteydessä nopeampaan vauhtiin. Askelpituus on jokaisella yksilöllinen ja juoksijan tulee hallita oma askelpituus hyvällä tekniikalla. (Sandström & Ahonen 2011, 331–333.)

Askeltiheyttä kuvataan askeleiden määränä minuutissa (Canata ym. 2022, 1–12). Ihanteelliseksi askeltiheydeksi on juoksun taloudellisuuden kannalta osoitettu 180 askelta minuutissa, johon luetaan kummankin jalan maakosketukset (Anttila ym. 2013, 67; Souza 2016). Kaiken kaikkiaan askelpituuden ja askeltiheyden tulisi olla optimaalisessa suhteessa toisiinsa, jotta juoksu olisi mahdollisimman taloudellista (Sandström & Ahonen 2011, 331–333).

Yleisesti hyvän juoksutekniikan kannalta on tärkeää, että vartalon liikkeet tapahtuisivat suoraan eteenpäin eikä suuria keskilinjasta poikkeavia sivuttaisliikkeitä tapahtuisi. Kehon painopisteen tulisi liikkua juoksun aikana mahdollisimman sa-

malla tasolla, jolloin vertikaalinen liike on vähäisempää ja juoksu ei ole liian pom-pottavaa. Askeleen rullaus luo juoksusykliin tietynlaisen lepovaiheen. (Anttila ym. 2013, 66–78.)

Lantion asento on olennainen juoksutekniikan kannalta. Kun lantion asento on optimaalinen, on jaloilla tarpeeksi tilaa työskennellä ja ojentua kehon alla. Tällöin juoksuun pystytään tuottamaan paremmin voimaa ja jarruttavat voimat vähenevät, kun alaraaja saadaan hyvin vartalon alle eikä askel ajaudu liikaa vartalon eteen. Ylävartalon voima vapautuu hyödynnettäväksi askelkontaktin osuessa hyvin vartalon alle. (Heikura 2012, 13–14; Anttila ym. 2013, 66–78; Terveurheilija 2023.) Juoksun ryhdikkyys vaatii työskentelyä ja kannattelua keski- ja ylävartalolta. Ylävartalo voi olla hieman kallistunut eteen keskilinjasta ja katseen tulisi olla suunnattuna eteenpäin. Sopiva ylävartalon ja yläraajojen käyttö tehostaa sekä rytmittää juoksua. Käsivarsien tulisi liikkua suoraviivaisesti eteenpäin heilumatta vartalon edessä keskilinjan yli. Kyynärpäiden olisi hyvä olla noin 90 asteen kulmassa. Hartioiden ja ylävartalon rentous mahdollistaa rintakehän laajenemisen ja hyvän hengitystekniikan juoksun aikana. (Heikura 2012, 13–14; Anttila ym. 2013, 66–78; Terveurheilija 2023.)

6 RASITUSVAMMAT JUOKSUSSA

Urheiluvammalla voidaan tarkoittaa kipua tai vammaa, joka on aiheutunut urheiluosuorituksen tai muun fyysisen aktiivisuuden vuoksi. Yleisimmin urheiluvammat ovat tuki- ja liikuntaelimestöön, kuten luihin, lihaksiin, niveliin, nivelsiteisiin ja jänteisiin kohdistuvia vammoja. Urheiluvammoja voidaan luokitella syntymekanismien mukaan akuutteihin eli äkillisiin vammoihin ja rasitusvammoihin eli kroonisiin vähitellen kehittyviin vammoihin (Walker 2014, 9–18.)

Rasitusvammat ovat ylikuormitusvammoja, joissa syntyy vähitellen kudoksen liiallista kuormitusta ja kudosaivautuksia toistuvan rasituksen seurauksena. Oireina rasitusvammassa ovat usein kipu, arkuus, turvotus ja heikkous sekä kuormituksen aiheuttama kipu. (Walker 2014, 18.) Yleisimmin rasitusvammat syntyvät liian yksipuolisesta ja liian usein samanlaisesta toistuvasta harjoittelusta. Puutteellinen palautuminen, vähäinen uni ja heikko ravitsemus sekä olosuhteiden nopeat muutokset lisäävät riskiä. Lisäksi suoritustekniikkavirheet tai kehon anatominen poikkeavuus voi rasittaa tiettyjä kehon osia enemmän kuin toisia ja näin toimia altistavina tekijöinä vammoille. (Pasanen ym. 2021, 26–27.)

Juoksuvammat johtuvat tyypillisesti ylirasituksesta. Ylirasitusvammat ovat yleisiä etenkin pitkän matkan juoksijoilla, kun sama liikerata toistuu yhä uudelleen ja iskutuksen määrä lisääntyy. Myös triathlonissa yleisimmät vammat ovat rasitusvammoja (Ristolainen 2021; Rhind, Dass, Barnett & Carmont 2022).

Yleisimpiä rasitusvammoja juoksussa ovat alaraajojen rasitusvammat ja noin 70–80 % alaraajojen rasitusvammoista sijaitsee polven ja nilkan alueella. Jopa yli kolmasosa triathlonjuoksijoilla esiintyvistä rasitusvammoista kohdistuu polveen. Polven alapuolisiin osiin kohdistuvat vammat voivat selittyä sillä, että juoksun aikana työntövoima syntyy pääasiassa alaraajasta, jolloin biomekaaninen kuormitus näille rakenteille on suurta. (Tuite 2010; Kakouris, Yener & Fong 2021.)

6.1 Yleisimmät polven alueen rasitusvammat

Yleisimpiä polveen kohdistuvia rasitusvammoja ovat patellofemoraalinen kipuoireyhtymä (PFSS), patellajänteen tulehdus ja ITB-syndrooma. Nämä rasitusvammat esiintyvät juoksussa sekä pyöräilyssä (Tuite 2010).

ITBS eli iliotibial band syndrome on juoksijoilla yleisin syy polven lateraaliseen kipuun (Spiker, Dixit & Gosgarea 2012). Oireyhtymä liitetään usein juoksuun, mutta se on yleinen myös muissa lajeissa, kuten jalkapallossa, pyöräilyssä, hiihdossa ja painonnostossa (Kozinc & Sarabon 2017). Iliotibial band, suomeksi suoliluu-sääriside tai iliotibiaalinen juoste on paksu sidekudos, joka kulkee reiden ulkosivulla lantion alueelta polven yli kiinnittyen sääriluun lateraaliseen kondyyliin. Tämä juoste on yhteydessä pakaralihaksiin ja lannerangan faskiaan. (Kozinc & Sarabon 2017.)

Iliotibiaalisen juosteen ärtyminen johtuu reisiluun lateraalisen nivelnastan toistuvasta hankauskitkasta. Tyypillisesti hankauskitkaa syntyy polven ollessa lievässä, noin 30 asteen fleksiassa. Lonkan abduktorien eli loitontajien heikkous on yhteydessä oireyhtymään johtuen reiden lisääntyvästä sisärotaatiosta, lisäten jännitystä iliotibiaaliseen juosteeseen. (Spiker ym. 2012.)

ITB-syndrooma oireilee terävänä tai polttavana kipuna polven sivussa. Kipua voi esiintyä myös lonkan tai reiden ulkosivulla. Kipu ilmenee tavallisesti rasituksessa ja häviää, kun rasitus lopetetaan. Arkuutta voi esiintyä tunnusteltaessa iliotibiaalista juostetta distaalisesti läheltä polven nivelrajaa. Oireisiin voi liittyä myös turvotusta. Oireyhtymän hoitona on lepo sekä oiretta provosoivan rasituksen välttäminen. Kipua voidaan lievittää kylmällä ja tulehduskipulääkkeillä. (Spiker ym. 2012.)

Patellofemoraalinen kipuoireyhtymä (PFSS) on rasitusoireyhtymä, joka aiheutuu toistuvasta patellofemoraalivälikudoksen kuormituksesta (Tuite 2010, 1131–1133). PFSS:lle on ominaista kipu polvilumpion ympärillä ja joskus polven narskuminen. Kipu pahenee yleensä kyykistyessä, juostessa, pyöräillessä ja pitkään istuessa. PFSS:n kehittymisen taustalla on yleensä patellan virheellinen asento tai rakenteelliset poikkeavuudet, kuten suurentunut Q-kulma (reisiluun ja sääriluun välinen

kulma) ja tästä aiheutuva kuormitus polven alueelle. Myös polven valgus-asento lisää riskiä PFSS:lle. (Kozinc & Sarabon 2017.)

Patellofemoraalisen oireyhtymän on havaittu olevan yleisempää naisilla kuin miehillä. Tähän syynä voi olla naisilla yleisemmin esiintyvä suurempi Q-kulma (Tuite 2010). Lisäksi naisilla esiintyy polven valgus-asentoa enemmän kuin miehillä. Jalkaterän lisääntynyt pronaatio ponnistusvaiheessa ja lonkan abduktoreiden heikkous voivat molemmat vaikuttaa polven valguksen ilmenemiseen juoksun aikana. (Kozinc & Sarabon 2017.)

Patellan alapuolella esiintyvää kipua voidaan kutsua monin eri nimityksin, usein käytetään termiä "hyppääjän polvi", koska se on yleinen urheilulajeissa, joihin liittyy hyppäämistä. Se on yleinen vaiva myös juoksijoilla. Virallisesti patellan alapuolista kipua kutsutaan patellajännetupen tendinopatiaksi, koska etiologian on yleisesti katsottu olevan pikemminkin degeneratiivinen kuin tulehduksellinen. (Spiker ym. 2012; Kozinc & Sarabon 2017.)

Patellajänteen tendinopatiassa kipua esiintyy yleensä polven alapuolella ja patellajänteen kiinnityskohta voi olla arka tunnusteltaessa. Patellajänteen tendinopatiaa sairastavat juoksijat kuvailevat polvikivun yleensä pahenevan polvea ojentaessa. Joissakin tapauksissa kipu voi lievittyä liikunnan aikana. (Spiker ym. 2012.) Patellajännetupen tulehduksen kehittymiseen on yhdistetty useita riskitekijöitä, joita ovat muun muassa jalkojen pituusero, vähentynyt etureiden ja lantion alueen lihaksiston voima, lihasepätasapaino, äkilliset muutokset harjoittelun kuormituksessa, alamäkeen juokseminen ja ajallisesti pidemmät juoksumatkat, sopimattomat jalkineet ja huono juoksutekniikka. Patellajänteen tendinopatiassa harjoittelun määrällä (erityisesti hyppytehtävien määrällä) näyttää olevan suuri merkitys. (Kozinc & Sarabon 2017; Blagrove & Hayes 2021, 31.)

6.2 Yleisimmät nilkan alueen rasitusvammat

Yleisimpiä nilkan alueen pehmytkudoksiin kohdistuvia rasitusvammoja ovat akillestendinopatia ja plantaarifaskiitti (Ristolainen 2012). Akillestendinopatia on akillesjänteen alueen rasitusvamma. Akillesjänne kiinnittää pohkeen suuret lihakset

kantaluuhun. Tendinopatia termiä käytetään kuvaamaan jänneiden ja niitä ympäröivien alueiden kiputiloja, jotka johtuvat yllirasituksesta. (Kozinc & Sarabon 2017).

Akillestendinopatia oireilee jänteen alueen kipuna joko liikkumisen aikana tai venyttäessä aluetta. Kipu voi tuntua myös ylempänä pohkeessa. Jänteen alue voi olla turvonnut ja kosketusarka. Akillestendinopatia yleensä paranee itsestään muutamassa viikossa, kun alueen rasitusta vähennetään. Hoitona käytetään kevyttä liikeharjoittelua. Vaikeammissa tapauksissa leikkaushoito voi olla aiheellinen. (Mustajoki 2022.) Akillestendinopatian riskitekijöitä ovat aikaisempi jännevamma, korkeampi ikä ja yhtäkkiset muutokset harjoittelun intensiteetissä tai volyymissä sekä heikko pohjelihaksen voima (Blagrove & Hayes 2021, 30). Näillä tekijöillä voi olla vaikutusta kykyyn kestää ja palautua kuormituksesta.

Plantaarifaskiitti on yleisin jalkaterän ja nilkan alueen ylikuormituksesta aiheutuva vamma ja se kattaa noin puolet kyseisen alueen vammoista. (Tuite 2010, 1131–1133.) Kipu tuntuu jalkaterän takaosassa, kantapään alla. Kivun syynä on kantaluusta jalkaterään kulkevan jännekalvon, plantaarifaskian rappeuma. Rappeuman ajatellaan kehittyvän ylikuormituksen seurauksena syntyneestä pienestä repeämästä tai ärsytyksestä. Polttava ja terävä kipu ilmenee toistuvan rasituksen aikana ja erityisesti liikkeen ensimmäisten askelten aikana. (Spiker ym 2012.)

7 RISKITEKIJÄT RASITUSVAMMOILLE JUOKSUSSA

Vammojen ennaltaehkäisyyn kannalta riskitekijöiden ja vammojen synnyn perusteellinen ymmärtäminen on tärkeää. Sen jälkeen voidaan pyrkiä löytämään sellaisia keinoja, joilla pystytään vaikuttamaan vammojen esiintyvyyteen ja ilmaantuvuuteen. Tätä kuitenkin vaikeuttaa se, että vammojen synnyssä syyt ovat usein moninaisia ja monitekijäisiä (Ferber ym. 2009). Riskitekijöitä voidaan luokitella sisäisiin ja ulkoisiin riskitekijöihin. Tämän jälkeen riskitekijät voidaan jaotella vielä pysyviin ja muokattaviin riskitekijöihin. (Pasanen ym. 2021, 22–23.)

Sisäiset riskitekijät ovat yksilöllisiä tekijöitä. Tällaisia voivat olla esimerkiksi anatomiset poikkeavuudet ja aikaisemmat vammat, joihin emme pysty vaikuttamaan eli nämä ovat myös pysyviä riskitekijöitä. Puutteet lihasvoimassa, liikkuvuudessa tai liikekontrollissa voidaan laskea sisäisiksi riskitekijöiksi, joiden myötä suoritus- tekniikkakin usein kärsii. Edellä mainitut sisäiset riskitekijät voidaan kuitenkin laskea osaksi muokattavia riskitekijöitä. (Pasanen ym. 2021, 28–33.)

Ulkoisia riskitekijöitä voivat olla lajin sisältö tai olosuhteet. Näihin ei aina täysin pystytä vaikuttamaan. Ulkoisiin riskitekijöihin voidaan laskea myös erilaiset varusteet, jotka liittyvät lajiin. (Kienstra ym. 2017; Pasanen ym. 2021, 28–33.) Triathlonissa huomioitavia ulkoisia riskitekijöitä voisivat olla vaihtelevat sääolosuhteet ja maasto, joihin ei pystytä vaikuttamaan.

7.1 Biomekaaniset ja anatomiset riskitekijät

Rasitusvammojen riskitekijöiksi on ehdotettu biomekaanisia ja anatomisia tekijöitä. Anatomisista tekijöistä juoksuvammojen taustalla on pääosin ristiriitaista tietoa, joissakin tutkimuksissa on pystytty selittämään yhteyttä ja joissakin ei. (Hreljac 2004; Ristolainen 2012.) Anatomiset tekijät, joita on ehdotettu osasyllisiksi juoksuun liittyviin rasitusvammoihiin, vaikuttavat usein poikkeavaan alaraajan linjaukseen juoksun aikana. Poikkeava alaraajojen linjaus voi kohdistaa kuormitusta enemmän tiettyihin kudoksiin. Jos kudosten kyky kestää kuormitusta on heikko, syntyy vammoja herkemmin. (Blagrove & Hayes 2021, 39–40). Anatomisia tekijöitä, joiden on tutkittu vaikuttavan vammojen syntymiseen ovat esimerkiksi jalkojen pituusero, suurentunut Q-kulma ja varus-asento polvessa eli genu varum.

Myös jalkaterän rakenteellisista muutoksista esimerkiksi matala jalkaholvi tai puolestaan korkea jalan holvikaari saattavat olla riskitekijöitä juoksuun liittyviin rasisvammoihin. Saatavilla oleva tieto on kuitenkin lähinnä ristiriitaista. (Hreljac, Marshall & Hume 2000; Souza 2016.)

Biomekaanisista tekijöistä yksi voimakkaasti vammoihin yhdistetty tekijä on juoksun aikana tapahtuva iskutus, joka aiheuttaa kudoksille merkittävää rasisvammaa. Suuret iskuvoimat yhdessä liiallisen kuormituksen kanssa voivat edistää yllirasitusvammojen kehittymistä. Tutkimusten mukaan rasisvammoille alttiimpia olivat juoksijat, joihin kohdistui juoksun aikana suuria iskuvoimia. Vammojen ilmaantumisalueille on todettu kohdistuvan suurempia iskuvoimia. Esimerkiksi polviniveleen kohdistuvien voimien suuruuden on arvioitu olevan yhteydessä polveen kohdistuviin ylikuormitusvammoihin. (Hreljac 2004; Messier, Legault, Schoenlank, Casey, Newman, Martin & Devita 2008.)

Daoud ym. (2012) tutkimuksen mukaan kanta-askeltajilla ilmeni kaksi kertaa enemmän rasisvammoja kuin päkiäaskeltajilla. Kanta-askellus on yhdistetty suurempiin kontaktireaktivoimiin ja jarruttaviin voimiin. Lisäksi askeleen kontaktiajan on kanta-askelluksessa pidempi. Kanta-askellusta pidetään erityisesti polvivammoihin kohdistuvana riskitekijänä. Tätä on selitetty suurempien iskuvoimien lisäksi sillä, että kantapäällä askeltaminen vaatii etureideltä enemmän eksentristä voimaa. Askelkontaktiin tullessa etureiden täytyy toimia voimakkaasti eksentristesti heti alkukontaktin jälkeen, kun polvi alkaa koukistua. (Daoud ym. 2012; Goss & Gross 2012; Kulmala ym. 2013.)

Riippumatta askellustyylistä pidempi askelpituus on yhteydessä lisääntyneisiin reaktivoimiin. Kun askel suuntautuu liikaa vartalon etupuolelle kauaksi kehon massakeskipisteestä, voidaan puhua yliaskelluksesta. Tällöin askel on kurottanut liian eteen lonkka voimakkaasti koukistuneena ja polvi suoraksi ojentuneena. Mitä kauemmaksi jalka laskeutuu kehon massakeskipisteestä, sitä suurempi jarrutusvoima syntyy askellukseen ja askeleen kontaktiaika kestää pidempään. (Lieberman ym. 2015; Souza 2016; Thompson, Hoffman, Blythe, Hasler & Longtain 2022.)

Riittämättömän alaraajojen lihasvoiman on todettu olevan riskitekijä juoksuvammoille (Vincent, Brownstein & Vincent 2022). Suuri lihasten välinen epätasapaino esimerkiksi takareiden ja etureiden välillä, heikko liikkuvuus nilkan lihaksistossa tai iliotibiaalisessa juosteessa on todettu olevan riskitekijöinä yleisimpiin juoksuun liittyviin rasitusvammoihin. Heikot lonkanloitontaja, -koukistaja tai -kiertäjälihakset voivat aiheuttaa epänormaaleja kinemaattisia muutoksia tukivaiheen aikana frontaali- ja horisontaalitasolla. Tämä voi näkyä esimerkiksi reiden liiallisena sisäkiertona, reiden lisääntyneenä lähennyssuuntaisena liikkeenä tai polven kiertymisinä sisäänpäin. Jalkaterän pitkittynyt pronaatio tukivaiheen aikana voi olla yhteydessä vammoihin, sillä se voi lisätä alaraajoihin kohdistuvia vääntömomentteja ja sääriluun sisäkiertoa. (Ferber ym. 2009; Kozinc & Sarabon 2017.) Polveen kohdistuviin rasitusvammoihin liittyen polvea tukevien lihasten epätasapaino voi johtaa polven etuosan kiputiloihin. Patellafemoraaliseen kiputilaan on yhdistetty vastus medialiksen eli sisemmän reisilihaksen heikkous sekä nelipäisen reisilihaksen ja sen jänteiden puutteellinen lihasvoima. (Fields, Sykes, Walker & Jackson 2010; Spiker ym. 2012; Vincent ym. 2022.)

Heikko juoksutekniikka on riskitekijä yleisimmille juoksuvammoille, kuten akilles- ja patellatendinopatialle (Anttila ym. 2013, 66–75; Kozinc & Sarabon 2017). Lantion asento on juoksutekniikan kannalta oleellinen ja sen asennon ylläpitämisen heikkous voi olla vammoille altistava tekijä. Niin sanottu ”pelvic drop” eli lantion putoaminen sivuttaissuunnassa juoksun tukivaiheen aikana on yhdistetty liialliseen reiden lähennykseen. Lantion virheellisen asennon on arvioitu olevan yhteydessä rasitusvammoihin, kuten patellofemoraaliseen kipuun, ITB-oireyhtymään, mediaalisen sääriluun rasitusoireyhtymään ja akillestendinopatiaan. Lonkan ojentajien tai loitontajien heikkous sekä nopea väsyminen on riskitekijä lantion sivuttaissuuntaiseen putoamiseen juoksun aikana. Puutteellinen lonkan ojennus saattaa aiheuttaa lisääntyntä lannerangan ojennusta tai yliaskellusta. (Souza 2016; Vincent ym. 2022.)

7.2 Harjoitteluun liittyvät tekijät

Useat harjoitteluun liittyvät muuttujat muodostavat riskin juoksuvammoille. Kudokseen kohdistuvalla rasituksen määrällä on suuri merkitys rasisitusvammojen synnyssä. Riski vammaan on suurempi, jos urheilijan kuormitussieto ja harjoittelun myötä häneen kohdistuvan kuormituksen määrä on epätasapainossa ja palautuminen jää liian vähäiseksi harjoituskertojen välillä. Kuormituksen ajatellaan olevan pääasiallisesti kehoon kohdistuvaa fyysistä kuormitusta, mutta myös psyykinen kuormitus on hyvä ottaa huomioon arvioitaessa kokonaiskuormitusta. Juoksumatkojen, harjoituskertojen määrän ja intensiteetin äkillinen nousu voi olla yhteydessä rasisitusvammojen syntyyn. Liian nopeat muutokset harjoittelussa ja liian yksipuolinen tai liian tiheästi toteutunut harjoittelu lisäävät riskiä. Esimerkiksi juoksumatkojen pidentyessä kasvaa maakosketuksien määrä ja näin ollen myös iskutuksen määrä lisääntyy. (Ristolainen 2012; Blagrove & Hayes 2021, 36; Pasanen ym. 2021, 26–27)

Vammariskiin liittyy olennaisesti riittämätön palautuminen ja riittämätön uni (Pasanen ym. 2021, 26–27). Liian vähäinen uni aiheuttaa negatiivisia vaikutuksia tuki- ja liikuntaelimistön rakenteiden kykyyn sietää rasisitusta. Väsymys voi aiheuttaa epäedullisia biomekaanisia muutoksia juokсутekniikkaan ja näin ollen vaikuttaa vammojen syntyyn. (Blagrove & Hayes 2021, 42–45.)

7.3 Ulkoiset riskitekijät

Triathlon koostuu kolmesta lajiosuudesta. Juoksuosuuden taustalla on jo uinnin sekä pyöräilyn aiheuttama rasisitus eikä tätä lajin sisällöllistä tekijää ole mahdollista muuttaa vammarriskin pienentämiseksi. Koska triathlonissa harjoitellaan kolme lajia, tietää se usein suurempaa harjoittelumäärää kuin vain yhtä lajia harjoiteltaessa. Toisaalta se voi toimia myös harjoittelua monipuolistavana tekijänä. Sääolosuhteet ja urheilualusta voivat olla triathlonissa riskitekijöitä vammoille. (Kienstra ym. 2017; Pasanen ym. 2021, 28–33.)

Huonot, epäsojivat jalkineet tai alusta voivat vaikuttaa vammojen syntymiseen (Hreljac ym. 2000; Kozinc & Sarabon 2017). On ehdotettu, että erityisesti äkilliset vaihdokset kengästä tai alustasta toiseen olisivat enemmän riskiä lisääviä

kuin tietynlaiset kengät tai alusta. Alustan muutokset voivat vähentää tiettyyn kehon osaan kohdistuvaa kuormitusta mutta tällöin stressi siirtyy tyypillisesti muille kudoksille. Jos kudokset eivät ole tottuneet rasitukseen ja niiden rasituskensieto kyky on heikko, voi vammoja syntyä äkillisen alustan muutoksen myötä. (Blagrove & Hayes 2021, 32–40.)

8 KEINOT JUOKSUN RASITUSVAMMOJEN ENNALTAEHKÄISYYN

Juoksuun liittyvien rasitusvammojen ennaltaehkäisyyn on tärkeä kiinnittää enemmän huomiota, koska aikaisemmat vammat ovat merkittävä riski uusille vammoille etenkin pitkien juoksumatkojen juoksijoilla (Kozinc & Sarabon 2017; van Poppel, van der Worp, Slabbekoorn, van den Heuvel, van Middelkoop, Koes, Verhagen & Scholten-Peeters 2021). Vammatyypistä riippumatta vammat vähentävät liikunnan mielekkyyttä, heikentävät yksilön suorituskykyä ja aiheuttavat taloudellisia kustannuksia. Joskus liikkuminen saatetaan joutua lopettamaan väliaikaisesti tai kokonaan. (Kakouris ym. 2021.) Fysioterapialla on tärkeä rooli terveyden edistämisen osa-alueella ja sen myötä vammojen ennaltaehkäisyssä ja kuntoutuksessa (Suomen Fysioterapeutit Ry 2016). Fysioterapiassa voidaan tarjota konkreettisia keinoja liittyen harjoitteluun ja suoritustekniikan parantamiseen ja näin ollen vaikuttaa vammariskiin. Vammojen ennaltaehkäisyllä voidaan saavuttaa sekä yksilöllisiä että yhteiskunnallisia hyötyjä. Tällaisia voivat olla esimerkiksi yksilön suorituskyvyn paraneminen sekä yhteiskunnassa terveydenhuollon kustannuksien vähentyminen (Pasanen ym. 2021, 18–22).

Vammoja ennaltaehkäisevässä harjoittelussa on tärkeää ottaa huomioon lajin vaatimukset sekä pyrkiä kohdentamaan harjoittelu niin, että suorituskyky ja motoriset taidot kehittyvät niin, että juoksemiseen liittyvien vammojen riskejä pienennetään. Liian vähäinen harjoittelu ei paranna suorituskykyä riittävästi, kun taas liian äkilliset muutokset harjoittelussa ovat haitaksi. (Kienstra ym. 2017; Pasanen ym. 2021, 26–27)

8.1 Juoksun tekniikkaharjoittelu

Hyvä juoksutekniikka on tärkeä tekijä juoksun taloudellisuuden lisäämiseksi ja vammojen ennaltaehkäisemiseksi (Šuc ym. 2022). Hyvän juoksutekniikan saavuttamiseksi juoksijan tulisi pyrkiä rentoon ja luonnolliseen juoksuun, jossa biomekaniikan perusteet ohjaavat liikettä. Juoksutekniikan liiallinen muuttaminen voi johtaa epätaloudelliseen ja jäykkään juoksemiseen. Tekniikassa huomion tulisi kiinnittyä ominaisuuksien ja kehonhallinnan parantamiseen.

Juoksun tekniikkaharjoittelussa hyödynnetään usein juoksun osaharjoitteita eli drillejä. (Sandström & Ahonen 2011, 336.) Drilliharjoittelu koostuu juoksua muistuttavista harjoitteista, jotka pyrkivät simuloimaan tai korostamaan juoksun eri vaiheita. Harjoittelulla pyritään korjaamaan juoksutekniikkaa, parantamaan juoksuasentoa ja suorituskykyä. Juoksutekniikan parantaminen voi olla olennaista kuormituksen hallinnan ja juoksusuorituksen parantamiseksi (Azevedo, Mezêncio, Valvassori, Anjos, Barbanti, Amadio & Serrão 2015.)

Juoksun tekniikkaharjoitteluun voi kuulua myös askelpituuden ja askeltiheyden muuttaminen. Askeltiheyttä lisäämällä ja askelpituutta lyhentämällä voidaan vähentää niveliin kohdistuvaa kuormitusta ja juoksun aikana ilmeneviä voimia (Boyer & Derrick 2017). Askeltiheyttä lisäämällä voidaan vähentää juoksun aikana syntyvää jarruttavaa voimaa, iskuvoimien voimakkuutta, kontaktiaikaa alustalla sekä kehon eri niveliin kohdistuvaa kuormitusta, erityisesti polveen ja lonkkaan kohdistuvaa kuormitusta (Heiderscheit, Chumanov, Michalski, Wille & Bryan 2011; Lieberman ym. 2015; Souza 2016). Askeltiheyttä lisätessä askelpituus lyhenee, mikäli vauhti pysyy samana. Askelpituutta lyhentämällä askelkontakti tulee lähemmäs kehon painopistettä. Askeltiheyttä lisäämällä alaraajan asento on usein parempi kontaktiin tultaessa. Askeltiheyden lisääminen 10 % vaikuttaisi vähentävän lonkan adduktiota ja sisärotaatiota juoksun aikana. (Heiderscheit ym. 2011.)

Tekniikkaharjoitteena askeltiheydestä ei voida antaa yhtä ja oikeaa määrää, mutta askeltiheyttä muuntelemalla on hyvin helppo aloittaa paremman juoksutekniikan harjoittelu. Askeltiheysharjoittelulla voi olla vaikutuksia juoksuvammojen vähentymiseen. Askeltiheyttä voi harjoitella juoksuharjoitusten yhteydessä askeltiheyttä vaihdellen. Askeltiheysharjoittelussa voi hyötyä esimerkiksi metronomin käytöstä askeltiheyden määrittämisessä. (Heiderscheit ym. 2011; Souza 2016.)

Tekniikkaharjoittelussa voidaan harjoitella askellusta jalan eri osilla. Päkiäaskeluksesta on tullut suositeltavampi, koska se on yhteydessä lyhyempään askelpituuteen, kun taas kanta-askelluksen on yhteydessä pidempään askelpituuteen (Thompson ym. 2022). Päkiäaskelluksessa askeleen tuominen vartalon painopisteen alle on helpompaa ja askeleen kontaktiaika on myös lyhyempi, jolloin is-

kukuormituksen on todettu olevan vähäisempää. Polveen kohdistuvat voimat vähentyvät päkiäaskelluksessa. (Daoud ym. 2012; Kulmala ym. 2013.) Kanta-askeltajat, joilla on merkkejä polvikivuista, voisivat erityisesti hyötyä päkiäaskeleen harjoittelemisesta.

8.2 Voimaharjoittelu

Juoksussa riittävä voimantuotto on tärkeä ominaisuus taloudellisuuden ja kimmoisuuden lisäämiseksi. Alaraajojen riittävä lihasvoima voi ehkäistä loukkaantumisia. Voimaharjoittelulla voidaan parantaa kestävyysjuoksun energiatehokkuutta ja taloudellisuutta. Sen on todettu vähentävän väsymistä ja parantavan voimantuottoa. Aerobinen sietokyky ja juoksuvauhti voivat kasvaa voimaharjoittelun myötä. Voimaharjoittelun hyödyt ovat riippuvaisia yksilöllisistä taustatekijöistä, kuten esimerkiksi aiemmasta harjoittelutaustasta. (Saarinen 2022, 38–44.)

Juoksun taloudellisuus on parantuneen kestävyys suorituskyvyn tärkein tekijä ja sitä voidaan harjoittaa kestävyys-, voima- ja nopeusharjoittelulla. Eri harjoittelumuodot kehittävät aerobisen, anaerobisen ja neuromuskulaarisen voiman kapasiteettia. (Kivimäki 2021). Juoksussa eksentrisen voima, hyvä voimantuotonopeus ja jänteen riittävä jäykkyys nähdään tärkeinä osa-alueina. Tämän vuoksi voimaharjoittelu kannattaa kohdistaa näiden ominaisuuksien harjoitteluun. (Blagrove & Hayes 2021, 208.)

Juoksu vaatii lihaksistolta kykyä toimia eksentrisesti eli jarruttaen ottaessaan vastaan törmäyksiä ja absorboidakseen voimia. Nivelten asennon kontrollointi ja ylläpito juoksun aikana vaatii eksentristä voimaa. Tehokas eksentrisen lihastyö varastoi elastista energiaa paremmin ja kuluttaa vähemmän energiaa kuin konsentrisen lihastyö. Eksentriset harjoitteet on todettu hyödylliseksi esimerkiksi akilles- ja patellatendinopatian kuntoutuksessa. (Fields ym. 2010; Pirkola 2020, 51–52.)

Lisäksi juoksun aikana lihaksilta vaaditaan kykyä supistua yhtäjaksoisesti useita kertoja peräkkäin (Murphy & Connors 2008, 87). Voimantuottokyvyn kehittäminen on olennaista voimantuottoaikojen ollessa erittäin lyhyitä (Heikura 2012, 27).

Kestävyysharjoittelun yhteydessä voimaharjoittelun tarkoituksena on usein hermostollisten muutosten tavoittelu eikä niinkään lihasmassan kasvu (Pirkola 2020, 63–67). Hermolihastoiminnan suotuisten muutosten myötä voimantuotto usein paranee, vaikka lihasmassa ei lisääntyisi (Valasti & Vuorimaa 2013, 125–130). Nopeusvoimaharjoittelu kehittää hermolihasjärjestelmän kykyä tuottaa paljon voimaa lyhyessä ajassa. (Heikura 2012, 37). Nopeusvoimaharjoittelu voi saada aikaan hermostossa erityisiä adaptaatioita, kuten motoristen yksikköjen lisääntynyttä aktivoitumisnopeutta. Hermoston toiminnan parantuessa motorisia yksiköitä pystytään ottamaan enemmän käyttöön ja niiden syttymistiheys kasvaa. Kun voimantuottonopeus paranee, vaaditaan vähemmän aikaa lihakselta tuottaa voimaa. (Paavolainen, Häkkinen, Hämäläinen, Nummela & Rusko 1999.)

Paavolaisen ym. (1999) tutkimus osoitti, että samanaikainen nopeusvoima- ja kestävyysharjoittelu voi parantaa 5 kilometrin juoksusuoritusta. Vaikutuksen oletetaan perustuvan hermolihasjärjestelmän ominaisuuksien parantumiseen. (Paavolainen ym. 1999.) Myös Kivimäen (2021) tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka nopeusvoimaharjoittelu vaikuttaa triathlonjuoksun taloudellisuuteen. Tutkimuksessa suoritettiin 8 viikon ajan nopeusvoimaharjoitusohjelmaa 2 kertaa viikossa. Tuloksissa näkyi nopeusvoimaharjoittelun vaikutus juoksun taloudellisuuteen ja parantuneita tuloksia nähtiin myös polkupyöräergometrissa. Tutkimuksessa triathlonjuoksun taloudellisuus parani merkitsevästi ja juoksijat pystyivät juoksemaan pidempään ja heidän maksiminopeutensa kasvoi. (Kivimäki 2021.)

Plyometrinen harjoittelu on todettu vaikuttavan hermolihasjärjestelmän voimantuottoon ja juoksun taloudellisuuteen. Plyometrinen harjoittelu koostuu tavallisesti hypyistä ja loikista, joissa lihas-jännekompleksissa tapahtuu toistuvaa pidentymistä ja lyhentymistä. (Heikura 2012, 39). Harjoittelun hyödyt voivat näkyä esimerkiksi agonistin eli vastavaikuttajalihaksen hermostollisen ohjauksen parantumisena, lihasten koordinaation ja aktivoitumisen parantumisena sekä positiivisina muutoksina lihas-jännekompleksin ominaisuuksissa ja rakenteessa. (Vincent ym. 2022). Plyometrinen harjoittelu vaikuttaa kehon elastisiin ominaisuuksiin ja parantaa lihasten venymislyhenemissykliä (Kivimäki 2021).

Lihassoimalla on vaikutusta myös iskutukseen. Vahvat lihakset toimivat paremmin iskunvaimentajina ja palautuvat juoksun aiheuttamasta iskutuksesta ja rasituksesta paremmin (Murphy & Connors 2008, 87). Alaraajojen lihasten heikkous, kuten lonkan loitontajien, polven koukistajien ja polven ojentajien sekä nilkan ojentajien ja koukistajien heikkous muuttaa iskujen voimansiirtoa ja lisää juoksuun liittyviä vammoja (Vincent ym. 2022). Lonkan loitontajien voiman heikkouden on todettu olevan yhteydessä alaraajojen loukkaantumisriskiin (Baltich, Emery, Stefanyshyn & Nigg 2014).

Heikko lihasvoima on yhdistetty yleisimpiin tendinopatioihin (Vincent ym. 2022). Vammojen ennaltaehkäisyssä voimaharjoittelun hyödyt voidaan nähdä kudoksen kuormituskapasiteetin vahvistajana. Ylikuormitusvamma syntyy, kun kudoksen kuormituskapasiteetti ylitetään. Voimaharjoittelulla voidaan lisätä lihasten ja jänteiden kuormituskestävyyttä ja voimaa (Blagrove & Hayes 2021, 207–222). Vastusharjoittelulla voidaan vahvistaa heikentyneitä lihaksia, joiden heikkous voi muuttaa juoksun biomekaniikkaa. (Šuc ym. 2022). Lisäksi voimaharjoittelu voi toimia myös palauttavana harjoitteena kestävyysharjoittelun ohella. Se lisää elimistön rakentavien hormonien eritystä, mikä voi kiihdyttää kudosten uudelleen rakentumista lihaksissa. (Valasti & Vuorimaa 2013, 125–130)

Juoksuvammojen taustalla voi olla heikko neuromotorinen kontrolli, tasapainon ja koordinaation haasteet sekä uupuneena juokseminen. Nämä tekijät voivat vaikuttaa alaraajojen neuromuskulaariseen kontrolliin ja polven asennon kontrolliin juoksun aikana. Gluteus mediuksen stabiloivan vaikutuksen ja lonkan abduktori-lihasten vahvistaminen auttavat kehittämään lantion kontrollia ja vähentämään rasitusvammojen riskiä. Keskivartalon ja lantion alueen lihakset, kuten pakaralihakset ovat keskeisessä roolissa juoksuliikkeen hallinnassa ja puutteellinen motorinen hallinta on yhteydessä dynaamiseen epävakauteen. Vartalon ja alaraajojen voima- ja tasapainoharjoittelulla voidaan parantaa liikkeiden hallintaa. (Vincent ym. 2022.)

Juoksuvammojen ennaltaehkäisyssä voimaharjoittelua on lähestytty niin sanotusti ”alhaalta ylöspäin” ja ”ylhäältä alaspäin”. Alhaalta ylöspäin -lähestymistavassa keskitytään vahvistamaan pieniä lihaksia nilkan ja jalkaterän alueella. Tällä harjoittelulla ajatellaan olevan vaikutusta myös alaraajan muidenkin nivelten eli

polven ja lonkan hallintaan. Ylhäältä alaspäin -lähestymistavassa keskitytään vahvistamaan lantion alueen lihaksistoa. Tällä taas olisi vaikutusta koko alaraajojen nivelten toimintaan lonkasta alaspäin. Molemmista tavoista on saatavilla kuitenkin melko vähän ja osittain ristiriitaista tutkimustietoa. (Leppänen, Viiala, Kaikkonen, Tokola, Vasankari, Nigg, Krosshaug, Werthner, Parkkari & Pasanen 2024.)

Vincent ym. (2022) osoittaa keskeiseksi tekijäksi kineettisen ketjun vahvistamisen jalkaterän kautta. Jalkaterän lihaksisto on olennaisessa asemassa asennonkorjauksessa, vakauden ylläpidossa ja voiman tuottamisessa kehon liikkeitä varten juoksun aikana. Erilaisilla lihaskestävyttä, nilkan hallintaa ja jalkaterän pienten lihasten aktivointia edistävillä harjoituksilla voidaan parantaa jalkaterän kautta tapahtuvaa voimansiirtoa. Samalla vahvistetaan tehokkaasti jalkaterän lihaksia, jotka auttavat hallitsemaan iskukuormitusta ja vakautta liikkeen aikana sekä antavat aistipalautetta. (Vincent ym. 2022.)

Tuoreessa Tampereen urheilulääkäriaseman ja UKK-instituutin Terve juoksija - tutkimuksessa (2024) selvitettiin lonkkaa ja keskivartaloa vahvistavan sekä nilkkaa ja jalkaterää vahvistavan harjoitusohjelman vaikutusta alaraajavammoihin juoksua aloittelevilla harrastajilla. Tutkimukseen osallistujat (n = 325) oli jaettu kolmeen harjoitteluryhmään. Kontrolliryhmänä toimi staattista venyttelyä tekevä ryhmä. Tutkittavat kävivät fysioterapeutin ohjauksessa juoksuharjoituksissa kaksi kertaa viikossa puolen vuoden ajan. Harjoitusohjelmaa tehtiin 20–35 minuuttia, jonka jälkeen siirryttiin 30–75 minuuttia kestävään juoksuharjoitukseen. Vammoja ja juoksumääriä raportoitiin viikoittaisen kyselyn avulla. Harjoitusohjelmalla, joka sisälsi lonkkaa ja keskivartaloa vahvistavia harjoitteita pieneni alaraajavammojen riski verrattuna kontrolliryhmään. Kontrolliryhmään verrattuna rasitusvammojen keskimääräinen viikoittainen esiintyvyys oli 39 prosenttia alhaisempi ja merkittävien rasitusvammojen esiintyvyys 52 % pienempi. Nilkkaan ja jalkaterään kohdistunut harjoitusohjelma ei vähentänyt vammoja tai suojaanut akuuteilta alaraajavammoilta. (Leppänen ym. 2024.)

8.3 Voimaharjoittelun ohjelmointi juoksun kanssa

Voimaharjoittelu on monipuolinen harjoitusmenetelmä, joka on muokattavissa esimerkiksi intensiteetin määrällä, harjoittelumäärällä, sarjataukojen pituuksilla, harjoittelun tiheydellä, järjestyksellä ja liikenopeudella. Kuormitusta eli intensiteettiä säätelemällä voimaharjoittelu voidaan luokitella korkean kuormituksen harjoitteluksi ($\geq 80\%$ 1 toiston maksimista [1 RM]), submaksimaalisen kuormituksen harjoitteluksi (40–79 % 1 RM) tai plyometriseksi harjoitteluksi, joka koostuu erilaisista hyppysarjoista. Jokainen harjoittelumuoto tähtää tiettyyn lopputulokseen, kuten maksimivoimaan, voimaan submaksimaalisella kuormituksella suuremmalla liikenopeudella tai venytys-lyhenemissykliin ja lihasjänteen jäykkyyteen. Näin ollen voimaharjoittelun vaikutus suorituskykyyn voi vaihdella kunkin harjoittelumuodon erityispiirteiden mukaan. (Llanos-Lagos, Ramirez-Campillo, Moran & Sáez de Villarreal 2024.)

Voimaharjoittelun eri harjoittelustrategioiden, kuten matalan vastuksen harjoittelu, korkean vastuksen harjoittelu, nopeusvoima ja plyometrinen harjoittelu on todettu parantavan juoksun taloudellisuutta. (Balsalobre-Fernández, Santos-Concejero & Grivas 2016). Yhdistelmäharjoittelulla tarkoitetaan useamman voimaharjoittelumuodon sisällyttämistä harjoitteluohjelmaan. Llanos-Lagos Ym. (2024) tutkimuksen mukaan yhdistelmäharjoittelu tuottaisi suurempaa vaikutusta juoksusuoritukseen kuin pelkästään yksittäisen harjoittelumuodon käyttö. (Llanos-Lagos ym. 2024.)

Harjoitteluohjelman suunnittelussa on ensiarvoisen tärkeää harjoitusmäärän intensiteetin lisääminen vähitellen, jotta vältetään ylikuormitukselta. Harjoittelun oikeanlainen ohjelmointi saa elimistössä aikaan superkompensaatioksi kutsutun ilmiön, jonka seurauksena suorituskyky nousee aiempaa korkeammalle tasolle. Liian pieni ärsyke ei kehitä ja toisaalta liian suuri rasitus altistaa ylikuormitukselle. (Heikura 2012, 46–47.)

Oikean tasapainon löytäminen voima- ja kestävyys harjoittelun välillä on tärkeää, jotta vältetään ylikuormitukselta ja harjoittelua heikentäviltä vaikutuksilta. Yksi suurimmista haasteista voiman ja kestävyden samanaikaisessa harjoittelussa on niiden heikentävä vaikutus toisiinsa. (Balsalobre-Fernández ym. 2016.) Suuret

juoksumäärät voivat vaikuttaa negatiivisesti voimaharjoittelun laatuun ja myös päinvastoin. Väsymys kestävyysharjoittelusta tai plyometrisestä harjoittelusta heikentää suorituskykyä seuraavien juoksuharjoitusten aikana, erityisesti jos palautuminen ei ole riittävää. Tämän vuoksi on suositeltavaa, että voimaharjoittelun ja korkean intensiteetin juoksuharjoittelun välillä olisi vähintään vuorokausi. (Blagrove & Hayes. 2021, 242.) Juoksu- ja voimaharjoittelu on kuitenkin mahdollista yhdistää samaan harjoituskertaan, jos harjoitteluun käytettävä aika on rajallista. Voimaharjoituksen suorittamista väsymykseen asti ei suositella sen suuren metabolisen ja väsymysvaikutuksen vuoksi (Balsalobre-Fernández ym. 2016). Välttääkseen liiallisen väsymyksen voi voimaharjoitukset jakaa pienempiin osiin. Voimaharjoitus voi kestää alle 20 minuuttia ennen tai jälkeen juoksuharjoituksen. (Blagrove & Hayes 2021, 242.)

Balsalobre-Fernández, Santos-Concejero ja Grivas (2016) systemaattisen katsauksen ja meta-analyysin mukaan todettiin, että useimmissa juoksijoiden voimaharjoituksissa käyttämät liikkeet ovat takakyykky tai jalkojen ojennukset yhdistettynä plyometriaan. Useissa voimaharjoitteluohjelmissa kestävyysharjoitteissa käytettiin matalatehoista intensiteettiä (40–70 % 1 RM) ja harjoitteluvolyymit olivat kohtalaisia. Harjoittelun kokonaiskesto oli 30–60 minuuttia. Yksi voimaharjoitus viikossa näyttäisi olevan liian vähän lisäämään voimaa tai tehoa keski- ja pitkänmatkan juoksijoilla. Sen sijaan voimaharjoittelukertojen osuus n. 30 % harjoituserroista saattaisi olla kehittäväntä ja taloudellisinta. (Balsalobre-Fernández ym. 2016.)

Juoksijan voimaharjoitteluun kuuluu usein suurempi määrä toistoja ja kevyemmät painot. Nopeat, kevyen kuorman lyhytkestoiset harjoitukset parantavat parhaiten lihaksen syttymisnopeutta eivätkä ole niin kuluttavia kuin raskaat voimaharjoitukset. Juoksuharjoitus kuluttaa jo itsessään energiaa, minkä vuoksi juoksuharjoitukseen yhdistetty lihaskuntoharjoittelu on hyvä pitää lyhyenä, jottei juoksuosuus kärsi. (Murphy & Connors 2008, 87; Valasti & Vuorimaa 2013, 125–130; Blagrove & Hayes 2021, 207–222.)

9 OPAS

9.1 Hyvän oppaan piirteitä

Hyvä opas on rakenteeltaan selkeä ja johdonmukainen. Selkeä sisällysluettelo on oppaan perusta ja kertoo lukijalle, vastaako sisältö hänen tarpeitaan. Otsikot kertovat, mitä oppaassa käsitellään ja tekstin järjestys etenee loogisesti. Oppaassa on tärkeää huomioida sujuva saavutettavuus kohderyhmä huomioiden. Tekstin tulee olla kaikkien lukijoiden ymmärrettävissä. Tekstin ymmärrettävyyttä tukee virkkeiden selkeys ja napakka jäsentely. (Kostamo, Airaksinen & Vilka, 2022.)

Opinnäytetyössä tulee perustella ja esittää lukijalle oppaan sisällölliset, rakenteelliset, kielelliset ja visuaaliset valinnat, joita tuotokseen on tehty. Rakenteellisia ja visuaalisia valintoja voivat olla esimerkiksi liiallisten elementtien välttäminen oppaassa. Oppaan tekijän tulee hallita oppaan sisältö ja huomioida oppaan kohderyhmä. Perustelut kertovat, kuinka oppaan tekijä on pohtinut ratkaisuja eri näkökulmista. Lukijalle tulee välittyä perustelut, mitä kautta johtopäätöksiin on tultu ja mihin ne perustuvat. Perustelujen lähde tulee ilmaista, jotta lukija voi luottaa kirjoittajan esittämiin väittämiin. Argumentoinnin selkeys on myös tärkeä osa toiminnallista opinnäytetyötä. (Kostamo ym. 2022.)

Toiminnallisessa opinnäytetyössä myös toimeksiantajan ja kohderyhmän palaute tuotoksesta on tärkeää ammatillisen kehittymisen kannalta. Palautetta olisi tärkeä saada prosessin aikana eri vaiheista sekä päätyttyä. Palautetta tulisi saada itse prosessista sekä tuotoksesta. (Kostamo ym. 2022.)

9.2 Oppaan suunnittelu ja toteutus

Tarkoituksena oli tuottaa Kangasalan triathlonseuran harrastajille alaraajojen rasisitusvammoja juoksussa ennaltaehkäisevä opas. Opas luotiin ohjeeksi omatoimiseen harjoitteluun. Tavoitteena oli sisällyttää oppaaseen tiiviisti asiaa rasisitus-

vammoista ja niiden ennaltaehkäisystä juoksun tekniikkaharjoittelun ja lihasvoimaharjoittelun keinoin. Opas sisältää lihaskunto- ja juoksun tekniikkaharjoitteita. Valmis opas liitettiin kaikille avoimena linkkinä opinnäytetyön raporttiosuuteen (Liite 1).

Oppaasta haluttiin luoda informatiivinen ja oppaaseen sisällytettiin harjoitteiden lisäksi lähteisiin perustuvaa tietoa. Oppaan tietopohja perustuu opinnäytetyömme teoriaosuuteen, johon kerättiin kattavasti tutkimustietoa juoksuun liittyvistä rasitusvammoista, riskitekijöistä sekä ennaltaehkäisevästä harjoittelusta. Oppaassa on perusteltu harjoitteiden vaikutusta juoksuun ja kirjallisessa työssämme perustelimme hieman tarkemmin valittuja harjoitteita.

Oppaan suunnittelu aloitettiin keväällä 2024 ja sen yksityiskohtaisempi tekeminen aloitettiin toukokuussa 2024. Opas päätettiin tehdä sähköisessä muodossa, jolloin oppaan käyttäminen on mahdollista missä tahansa, vaikka treenikentällä. Lisäksi harjoitteet videoitiin, jotta olisi mahdollista havainnollistaa juoksutekniikkaharjoitteiden aikaista liikettä ja eri vaiheita. Lihaskuntoharjoitteiden osalta liikkeet havainnollistavat paremmin suoritusta kuin pelkät kuvat. Videoista on helpompi ottaa mallia omaan harjoitteluun. Oppaan videot kuvattiin kaikille avoimella Hervannan yleisurheilukentällä ja videoihin esiintymään pyydettiin sanallisella sopimuksella fysioterapeuttiopiskelijakollegamme Antti Ström. Häneltä saatiin lisäksi lupa oppaan julkaisuun.

Oppaan luomiseen sekä videoiden editoimiseen käytettiin canva-ohjelmaa. Näin oppaasta saatiin selkeä kokonaisuus ja visuaalisesti miellyttävä. Oppaan ulkoasu haluttiin pitää selkeänä ja teemaksi valittiin neutraali väristys. Lisäksi vältimme ylimääräistä grafiikkaa. Varmistimme, että teksti on selkeästi luettavissa eikä sisällä liikaa ammattisanastoa. Helppolukuisuuden takaamiseksi valitsimme selkeän fontin oppaaseen.

Opasta tehdessä otettiin huomioon oppaan helppo saatavuus. Opas avautuu kaikille avoimena linkkinä canvassa, jossa koko opas on saatavilla sivu kerrallaan ja siirtyminen sivulta eteenpäin tai taaksepäin on helppoa. Harjoitusvideot ovat au-

tomaattisesti toistettavissa ja pysäytettävissä tarkempaa tarkastelua varten. Sisällysluettelo on merkittävimmän jokaisen liikkeen erikseen, jotta lukija löytää yksittäisetkin harjoitteet.

Videoilla liikkeiden ohjeet tulevat tekstinä videon alkuun tai videoiden reunaan. Ohjeet pidettiin tiiviinä, jotta niitä on videon yhteydessä helppo seurata. Emme halunneet kaikkia ohjeistuksia päällekkäin, joten osa ohjeista ajastettiin osaksi videoita. Video ja ohjeet pyrittiin ajoittamaan niin, että katsoja ehtii sisäistämään videon sisällön ennen ohjeistuksia ja pystyy näin huomioimaan tekstikohdat videossa. Harjoitteiden kohdalla pyrittiin myös tuomaan ilmi, mihin liikkeessä tulisi kiinnittää huomiota.

Oppaan harjoitteista tehtiin karkea suunnitelma ennen ohjaukset ja ohjaukset perusteella tehtiin tarvittavia muutoksia oppaan sisältöihin. Ohjaukset pidimme triathlonseuran jäsenille kaksi kertaa. Toinen ohjaus sisälsi oppaan juoksu- ja voimaharjoitteet ja toinen lihasvoimaharjoitteet. Ohjauksetoihin osallistui yhteensä 7 henkilöä. Ohjattujen harjoituskertojen jälkeen kysyimme sanallista palautetta sekä lähetimme lyhyen anonyymien palautekyselyn ohjauksista, jossa kysyttiin harjoitteiden mielekkyydestä, haastavuudesta ja siitä, oliko ohjauksista jotain hyötyä.

Palautekyselyn kysymykset olivat:

- Kuinka mielekkäiksi koit harjoitteet?
- Oliko harjoitteissasi mielestäsi tarpeeksi haastetta?
- Kuinka todennäköisesti hyödynnät ohjaukset perusteella tulevan oppaan harjoitteita?
- Olivatko harjoituskerrat mielestäsi hyödyllisiä tulevan oppaan harjoitteiden toteutumisen kannalta?
- Opiteko harjoituskertoista jotain uutta?

Palauteeseen vastasi 5 henkilöä, joista kaikki osallistuivat molempiin harjoituskertoihin. Harjoitteet kokivat erittäin mielekkäiksi 3, jonkin verran mielekkäiksi 1 ja en osaa sanoa 1. Vastaajista suurimman osan mielestä harjoitteissa oli tarpeeksi haastetta, jonka myötä valitsimmekin kaikki alkuperäisesti suunnitellut

harjoitteet oppaaseen höystettynä haastavammilla tai helpommilla versioilla. Vastaajista kaikki hyödyntäisivät ohjauskertojen perusteella harjoitteita, mikä teki oppaan tekemisestä entistä merkityksellisempää. Vastaukset vaihtelivat erittäin todennäköisen, melko todennäköisen ja silloin tällöin välillä. Kaikki vastaajat kokivat harjoituskerrat hyödylliseksi tulevan oppaan kannalta. Suurin osa vastaajista oppi harjoitteista jonkin verran uutta. Vapaan sanan palautteessa saimme hyvää rakentavaa palautetta. Palaute oli pääosin myönteistä ja kehittävää.

Poimintoja vapaasta palautteesta:

”Saimme selkeät ohjeet, mihin liikkeen vaikutus tulisi kohdistua ja miten korjata omaa suoritusta.”

”Muutama suuri ahaa-elämys tekemällä harjoitteita ensiksi väärin ja sitten oikein. Oli hyvä, että perusliikkeen lisäksi käytiin läpi myös variaatioita eri vaikeustasoilla.”

Harjoituskertojen palautelomakkeen ja sanallisen palautteen perusteella lisäsimme oppaaseen vinkkejä, missä lihaksessa ja millä alueella liikkeen kuuluisi tuntua. Tämän myötä pystyimme havainnollistamaan oppaassa liikkeen oikeanlaista suoritusta sekä sitä, mitä lihasta liike harjoittaa ja missä sen kuuluisi tuntua.

9.3 Oppaan harjoitteet

Oppaaseen valittiin juoksutekniikkaharjoitteita sekä lihasvoimaa ja yleistä liikehallintaa parantavia harjoitteita. Harjoitteiden tarkoituksena on tukea hyvää juoksutekniikkaa sekä toimia ennaltaehkäisevänä harjoitteena tyypillisimpiin juoksuun liittyviin rasitusvammoihin. Oppaaseen valitut harjoitteet on tehty toteutettavaksi ilman välineitä tai korkeintaan vastuskuminauhan kanssa missä tahansa, jotta niitä pystytään hyödyntämään juoksuharjoitusten yhteydessä tai muun triathlonharjoittelun ohella.

Juoksutekniikkaharjoitteiksi valitsimme 6 harjoitetta: triplingin, kuopaisukävelyn, polvennostojuoksun, polvennostohyppelyn, pakarajuoksun sekä saksijuoksun. Oppaassa esitetystä pakarajuoksusta saatetaan käyttää lisäksi nimeä haitarijuoksu. Pakarajuoksu mielletään usein kantapään viemisenä kohti pakaraa ilman, että polvea nostetaan vartalon eteen. Oppaan pakarajuoksussa kuitenkin korostetaan polvennostoa samalla kun viedään kanta kohti pakaraa. Juoksutekniikkaharjoitteet simuloivat eri vaiheita juoksussa ja kehittävät eri osa-alueita. Osa niistä keskittyy kehittämään enemmän juoksun heilahdusvaihetta ja osa kontaktivaihetta. Karkeasti jaoteltuna kuopaisukävely ja pakarajuoksu kehittävät erityisesti juoksun heilahdusvaihetta, kun taas tripling, polvennostojuoksu, polvennostohyppely ja saksijuoksu kehittävät kontaktivaihetta. Erikseen jokaisessa harjoitteessa on keskitytty ylikorostamaan jotakin olennaista kehitysaluetta juoksussa.

Ajan myötä juoksutekniikkaharjoitteet parantavat koordinaatiota, liikeratoja, tekniikkaa sekä auttavat maksimoimaan juoksuaskeleen säännöllisyyttä ja pituutta. (Murphy & Connors 2008, 19.) Harjoitteiden toteutuksessa on otettu huomioon tutkitun tiedon pohjalta vammoihin vaikuttavat juoksuteknilliset tekijät. Tämän vuoksi niissä on korostettu esimerkiksi päkiäaskellusta, askelrullausta, lantionhallintaa, eteenpäin vievää voimantuottoa ja tehokasta nopeaa kontaktia painopisteen alle. Lisäksi juoksudrilleissä on huomioitu ylävartalon asento sekä yläraajojen käyttö, vaikka ne eivät suoraan vaikuta alaraajavammariskiini.

Oppaaseen valittujen tekniikkaharjoitteiden määrä ja kesto on määritelty niin, että ne pystytään yhdistämään juoksuharjoitukseen esimerkiksi alkulämmittelynä. Tärkeää harjoitteiden toteuttamisessa on liikkeen laatu, eikä tarkoituksena ole väsyttää itseään liikaa, varsinkin jos juoksuharjoitus tehdään heti drillien jälkeen.

Lihisvoimaharjoitteet on suunniteltu juoksun kannalta olennaisia alaraajojen lihaksia harjoittaviksi ottaen huomioon vammoihin vaikuttavat riskitekijät ja juoksun asettamat vaatimukset eri lihasryhmille. Juoksussa nilkan, polven sekä lonkan ojentajat kuten myös polven ja lonkan koukistajat ovat tärkeitä lihaksia ja näin ollen niihin kohdistuu paljon kuormitusta. (Valasti & Vuorimaa 2013, 133.) Kyvyttömyys tuottaa voimaa voi johtaa aikaisempaan lihasten väsymiseen, kyvyttömyyteen ylläpitää nivelten optimaalista asentoa ja lisääntyneeseen jänteisiin ja

luihin kohdistuvaan rasitukseen (Blagrove & Hayes 2021, 207–222). Valitsemamme harjoitteet eivät ensisijaisesti tähtää lihasmassan kasvattamiseen, vaan hermolihasjärjestelmän sopeuttamiseen sekä nopeus- ja kestovoimaan.

Oppaaseen on valittu 6 lihasvoimaharjoitetta: yhden jalan lantionnosto, sivuttaislankku, askelkyykky polvennostolla, yhden jalan pohjenousu, yhden jalan kyykky sekä lonkankoukistajan vahvistaminen seisten. Harjoitteiden tavoitteena on vahvistaa lihaksia, jolloin vaikutukset voivat näkyä juoksun aikana vartalon ja alaraajojen parempana hallintana. Toisaalta säännöllinen lihaksen vahvistaminen voi parantaa kudoksen kykyä kestää kuormitusta.

Harjoitteet voi tehdä juoksuharjoituksen yhteydessä matalalla intensiteetillä, jotteivät ne häiritse liikaa juoksusuoritusta. Niitä voi tehdä myös erillisenä harjoituksena, jolloin intensiteettiä voi nostaa. Lihaskuntoharjoituksia voi myös tehdä niin sanottuna kevyenä huoltavana harjoitteena.

Suurin osa liikkeistä on yhden jalan varassa kehonpainolla suoritettavia harjoitteita. Näitä valitsimme siksi, että ne tarjoavat mahdollisuuden harjoittaa spesifisti tiettyä kehon osaa, jolloin tapahtuu myös yksityiskohtaisempaa lihasten aktivoitumista. Kehonpainolla tehtävissä harjoitteissa virheellisten liikeratojen riski on pieni. Lisäksi yhdellä jalalla tehtävät liikkeet vaativat stabiloivilta lihaksilta enemmän aktivaatiota vastustamaan ei-toivottuja liikkeitä esimerkiksi frontaali- ja horisontaalitasoilla. Näin ollen ne haastavat myös tasapainoa sekä liikkeen kontrollia. Niin sanottu liikehallinnan parantuminen voi vaikuttaa positiivisesti myös juoksuun. (Blagrove & Hayes 2021, 207–222.) Myös puolierojen harjoittaminen ja lihasheikkouksien vahvistaminen onnistuu tehokkaasti yhden jalan liikkeillä (Saarinen 2022, 44–45).

Yhden jalan lantionnoston valitsimme harjoitteeksi, koska sen on todettu aktivoivan hyvin pakaralihasta, pakaran syviä pieniä lihaksia sekä takareittä. Pakaralihaksen voimantuotto ja riittävä lonkan ojennus on tärkeää juoksusyklin ponnistusvaiheessa. Takareiden riittävä voima on yhdistetty pienempiin loukkaantumismääriin. Yhden jalan lantionnoston voi nähdä myös lantionhallintaa kehittävänä harjoitteena. (Blagrove & Hayes 2021, 223–224.)

Sivuttaislankku aktivoi tehokkaasti keskimmäistä pakaralihasta sekä keskivartaloa. Tähän valitsimme ensisijaisesti isometrisen toteutustavan, sillä isometrinen harjoittelu on toimiva kehittämään tukea ja vakautta. Keskimäinen pakaralihas toimii lantion asentoa tukevana juoksun aikana. Loitontajalihaksen voimatason kasvatus voi auttaa pitämään lantion hallinnassa juoksuaskeleen aikana ja näin myös muuttaa alaraajan biomekaniikkaa. (Anttila ym. 2013, 102; Pirkola 2020 22, 57.)

Pohjelihaksen eksentrisen ja konsentrisen voiman lisäys voi ennaltaehkäistä vammojen syntyä, siksi valitsimme yhdellä jalalla tehtävän pohjenousun yhdeksi harjoitteista. Riittämätön pohjelihaksen voimataso voi olla yhteydessä akillesjänneongelmatiikkaan tai plantaarifaskiittiin. Pohjelihakset ja akillesjänneen vahvistaminen edellyttävät usein eristävää, suoraan aluetta kuormittavaa harjoitusta. Harjoituksen tarkoituksena on ensisijaisesti kudoksen kuormituskestävyyden parantaminen. (Pirkola 2020, 51–54; Blagrove & Hayes 2021, 219.)

Halusimme valita harjoitteeksi lonkankoukistajaa vahvistavan harjoitteen. Lonkankoukistajan rooli on oleellinen juoksutekniikan kannalta, sillä liian kireät lonkankoukistajat tai lihasepätasapaino lonkankoukistajalihaksen ja pakaralihaksen välillä voi vaikuttaa lantion asentoon ja vetää lantion asennon istuvaksi. Kireys lonkankoukistajassa voi heikentää alaraajan riittävää ojennusliikettä ja näin ollen vaikuttaa myös voimantuottoon. (Murphy & Connors 2008, 16.)

Reiden lihaksisto työskentelee juoksun aikana eksentrisesti ja konsentrisesti. Polven alueen rasitusvammat ovat yleisiä, jonka vuoksi valitsimme etureiden lihaksistoa kuormittavaksi harjoitteeksi yhden jalan kyykyn. Tämä on myös polven ja alaraajan hallinnan harjoittelun kannalta hyvä liike.

Askelkyykky polvennostolla on juoksua simuloiva moninivelliike, joka vaatii kokonaisvaltaista alaraajojen voimaa ja tarjoaa korkean neuromuskulaarisen ärsyksen. Liike vaatii koordinaatiota ja synergististen lihasryhmien aktivointia. Liike parantaa juoksun kontaktivaiheen aikana työtä tekevien lihasten hallintaa. Harjoitus tarjoaa mahdollisen harjoitusvaikutuksen siirtymisen juoksuun. Liikkeen hallinnan parantuessa liike on tarkoitus suorittaa nopeusvoimaperiaatteella. (Anttila ym. 2013, 98; Blagrove & Hayes 2021, 207–222.)

Harjoitteiden ja toistojen määrät on valittu yleisten voimaharjoitteluperiaatteiden mukaisesti. Lihastyömuotojen (eksentrisen, konsentrisen, isometrisen) osalta harjoitteita on pohdittu muun muassa juoksun aiheuttamien vaatimusten perusteella. Osaan harjoitteista halusimme miettiä progression, jotta niitä pystyy muokkaamaan omaan kuntotasoon nähden sopivaksi ja ahkeran harjoittelun myötä voi siirtyä haastavampiin versioihin liikkeestä.

10 POHDINTA

Opinnäytetyöaiheen suunnittelu alkoi keväällä 2023. Yhteisenä mielenkiinnon kohteenamme oli tuki- ja liikuntaelimestön sairauksien ja vammojen ennaltaehkäisy. Työelämäkumppanin Kangasalan triathlonseuran ehdotuksen kautta tartuimme aiheeseen, ja sen myötä aiheeksi valikoitui juoksussa esiintyvät alaraajavammat ja niiden ennaltaehkäisy. Aihe tarkentui ideapaperin teon myötä syksyllä 2023 ja silloin aloitettiin opinnäytetyön tiedonhaku opinnäytetyösuunnitelmaa varten. Vuoden 2023 lopussa laadittiin vielä tarkempi aikataulusuunnitelma sekä alkuvuodesta 2024 kirjoitettiin opinnäytetyösuunnitelma. Aikataulu opinnäytetyössämme toteutui suunnitellun mukaisesti ja saimme opinnäytetyön valmiiksi ajallaan elokuussa 2024.

Opinnäytetyöprosessimme lähti käyntiin aiheen rajauksella. Mietimme, kuinka haluamme rajata aiheen ottaen kohderyhmän huomioon. Koska kohderyhmänämme oli juoksijat, keskityimme alaraajavammoihin. Koska pitkän matkan juoksussa rasitusvammat ovat yleisimpiä, rajasimme aiheen rasitusvammoihin. Vammojen ennaltaehkäisyyn haimme näkökulmaa juoksun tekniikkaharjoittelusta ja lihasvoimaharjoittelusta. Työelämäkumppanimme toiveena oli myös saada ohjausta näiden harjoitusmuotojen osalta juoksuun liittyen. Koimme aiheen alusta lähtien mielenkiintoisena, koska järkevällä harjoittelulla ja oikeanlaisella tekniikalla voidaan pienentää vammariskiä. Opinnäytetyöllämme halusimme ennen kaikkea viestittää aktiivisen harjoittelun hyödyt vammojen ennaltaehkäisyssä.

Tiedonhakua prosessin aikana teimme mahdollisimman paljon yhdessä. Aloitimme tiedonhaun triathlonin lajiansalyysillä ja yleisimpien juoksuvammojen karitoituksella, koska meillä ei ollut kummallakaan kokemusta triathlonista lajina. Syvensimme tiedonhakua juoksun biomekaniikkaan ja vammojen riskitekijöihin. Opinnäytetyömme aiheista oli saatavilla paljon teoriatietoa kansainvälisistä lähteistä sekä kotimaisesta kirjallisuudesta. Aiheen rajaaminen oli välillä vaikeaa, koska tietoa oli laajasti saatavilla. Pohdimme paljon, mikä on olennaista ja mikä ei ja kuinka syvälle aiheeseen sukellaan. Rajasimme aihetta keskittymään esivammojen riskitekijöissä sellaisiin ominaisuuksiin, mihin harjoittelulla pystytään

vaikuttamaan. Jätimme vähemmälle ulkoisten riskitekijöiden tarkemman tarkastelun. Emme syventyneet kenkien, maaston tai ravitsemuksen vaikutukseen vammojen synnyssä. Laajan tiedonhaun aikana huomasimme jonkin verran erilaisia näkemyksiä liittyen aiheeseemme. Tämän vuoksi opinnäytetyössä on pohdittu tiedon ristiriitaisuutta avoimesti.

Kattavan tekstimäärän vuoksi opinnäytetyöraporttimme jäsentelyssä koimme jonkin verran haasteita. Olemme kuitenkin loppujen lopuksi tyytyväisiä siihen, kuinka laajasti olemme käsitelleet aihetta viitaten useisiin kansainvälisiin ja kotimaisiin lähteisiin. Teimme paljon työtä tekstin ymmärrettävyyden kannalta ja pyrimme kirjoittamaan opinnäytetyön niin, että teksti on kaikille ymmärrettävää eikä vain ammattilaisille suunnattua.

Opinnäytetyömme tavoitteena oli luoda Kangasalan triathlonseuralle opas oma-toimiseen harjoitteluun ja onnistuimme sen teossa mielestämme hyvin. Saimme oppaan toimitettua seuralle ajallaan elokuussa 2024. Opasta suunnitellessamme halusimme ottaa huomioon kohderyhmän eli triathlonharrastajat, joten mietimme harjoitteiden toteutuksen niin, että niitä voidaan tehdä triathlonharrastuksen ohella ilman, että ne vievät liikaa aikaa muulta harjoittelulta. Oppaasta haluttiin tehdä helposti saatavilla oleva ja missä tahansa hyödynnettävä. Mielestämme onnistuimme tässä hyvin suunnittelutyökalu Canvan avulla, joka mahdollistaa käytön missä tahansa esimerkiksi mobiililaitteella. Halusimme sisällyttää oppaaseen informaatiota ja kattavat perustelut harjoitteille, jotta se antaisi harjoitteille arvoa ja lukijan olisi helppo ymmärtää, miksi kyseinen harjoite kannattaa tehdä. Harjoitteita mietittiin ensisijaisesti vammojen ennaltaehkäisyyn näkökulmasta, mutta harjoitteissa on huomioitu myös triathlonharrastuksen kannalta juoksun taloudellisuus. Yritimme löytää tutkimuksista suoria ohjeita tai liikkeitä liittyen esimerkiksi juoksun tekniikkaharjoitteisiin tai lihasvoimaharjoitteisiin. Tällaisia ei kuitenkaan tiedonhaussamme löytynyt, minkä vuoksi harjoitteiden miettiminen ja rajaaminen oli ajoittain hankalaa. Harjoitteiden miettimisessä hyödynsimme kuitenkin opiskelujen myötä karttunutta tietotaitoa siitä, millaisilla harjoitteilla voidaan kohdistaa harjoitusvaikutus tiettyyn lihakseen. Harjoitteiden perustelut on tehty huomioiden vammojen riskitekijät, vaikka suoranaista tutkimustietoa harjoitteiden vaikutuksesta vammojen ennaltaehkäisyyn ei ole.

Oppaan kannalta harjoituskerrat ja saatu palaute olivat mielestämme hyvä asia, koska ne antoivat vielä mahdollisuuden tehdä oppaasta enemmän toimivan seuralle. Lisäksi pystyttiin varmistamaan liikkeiden onnistumista ja oikeaa suoritusmekaniikkaa, jolloin harjoitteita voi olla helpompi lähestyä itsenäisessä harjoittelussa.

Opinnäytetyöprosessissa tavoiteltiin myös oman tietotaidon laajentumista ja ammatillista kasvua. Oma asiantuntemus ja ymmärrys aiheeseen kasvoi. Harjoituskertojen ohjaaminen ja harjoitteiden perustelu edellytti hankitun tiedon sisäistämistä. Ohjaukset mahdollistivat fysioterapian ydinosaamisesta ohjaus- ja neuvontaosaamisen hyödyntämisen osana opinnäytetyötä.

Opinnäytetyö opetti kärsivällisyyttä keskeneräisyyden sietämiseen. Prosessi oli pitkä ja vaati paljon perehtymistä entisestään melko tuntemattomaan aiheeseen. Opinnäytetyön tekeminen oli aikaa vievää ja koimme sen tekemisen melko rasakaksi muun koulutyön, työharjoitteluiden sekä molempien opinnäytetyöntekijöiden omien töiden ohella. Haasteelliseksi kirjoitusprosessin aikana osoittautui yhdessä kirjoittamisen vaikeus ja hitaus. Tämä helpottui kirjoitusvastuiden jakamisella, jolloin molemmat pystyivät kirjoittamaan raporttia itsenäisesti omiin aikatauluihin sopivasti. Toisaalta oli hieman vaikeaa muodostaa ehjää kokonaisuutta kahden kirjoittajan teksteistä, mutta mielestämme lopullisesta raportista tuli kuitenkin yhtenäinen.

Yhteistyö Kangasalan triathlonseuran kanssa oli mutkatonta. Ohjaukset saatiin suunniteltua ja toteutettua joustavasti Kangasalla Kyötikkälän kentällä. Kangasalan triathlonseuran harrastajat osallistuivat aktiivisesti ja antoivat hyviä vinkkejä oppaan lopputoteutukseen. Lisäksi saimme ohjaavalta opettajalta tukea ja hyvää ohjausta prosessin aikana.

Opinnäytetyöhön kerätty tieto osoitti, että rasitusvammat ovat juoksussa yleisiä ja aikaisemmat vammat ovat merkittävä riskitekijä uusien vammojen synnylle. Rasitusvammoista voi syntyä yksilölle ja yhteiskunnalle kustannuksia. Tällä hetkellä fysioterapian alalla keskitytään mielestämme enemmän vammojen kuntoutukseen, kun vamma on jo syntynyt. Opinnäytetyötämme tehdessä korostui aja-

tus siitä, että fysioterapian osa-alueella voitaisiin kiinnittää aikaisempaa enemmän huomiota vammojen ennaltaehkäisyyn erityisesti urheilijoiden ja kuntoilijoiden parissa.

Opinnäytetyötä varten kerätyn tiedon perusteella jatkokehittämisehdotuksena voitaisiin tutkia tarkemmin tietynlaisten harjoitusinterventioiden vaikutusta juoksun rasitusvammojen ennaltaehkäisyyn. Lisäksi voitaisiin tutkia tämän opinnäytetyön oppaan harjoitteiden vaikuttavuutta ja toimivuutta triathlonjuoksijoiden rasitusvammojen ennaltaehkäisyssä.

LÄHTEET

Anttila, S., Hänninen, H., Kotiranta, K., Lehtinen, T. & Paunonen, A. 2013. Juoksijan harjoitusopas. Askeleet Cooperista maratoniin. Jyväskylä: Docendo Oy.

Azevedo, A. P., Mezêncio, B., Valvassori, R., Anjos, F. O., Barbanti, V. J., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. 2015. Usage of running drills in an interval training program: implications related to biomechanical parameters of running. *Journal of strength and conditioning research* 29(7), 1796–1802. Viitattu 24.4.2024. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000831

Balsalobre-Fernández, C., Santos-Concejero, J. & Grivas, G. V. 2016. Effects of strength training on running economy in highly trained runners: A systematic review with meta-analysis of controlled trials. *The journal of strength and conditioning research* 30(8), 2361–2368. Viitattu 1.5.2024. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001316

Baltich, J., Emery, C. A., Stefanyshyn, D. & Nigg, B. M. 2014. The effects of isolated ankle strengthening and functional balance training on strength, running mechanics, postural control and injury prevention in novice runners: design of a randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders* 15(1), 407. Viitattu 22.4.2024. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-407>

Blagrove, R. & Hayes, P.R. 2021. *The science and practice of middle and long distance running*. E-kirja. New York: Routledge. Viitattu 14.5.2024. Vaatii käyttöoikeuden. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00769.x>

Boyer, E. R. & Derrick, T. R. 2017. Lower extremity joint loads in habitual rearfoot and mid/forefoot strike runners with normal and shortened stride lengths. *Journal of sports sciences* 36(5), 499–505. Viitattu 04.03.2024. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1321775>

Canata, G. L., Jones, H., Krutsch, W., Thoreux, P. & Vascellari, A. (toim.) 2022. *The running athlete: a comprehensive overview of running in different sports*. E-kirja. Berlin, Germany: Springer. Viitattu 15.01.2024. Vaatii käyttöoikeuden.

Daoud, A. I., Geissler, G. J., Wang, F., Saretsky, J., Daoud, Y. A. & Lieberman, D. E. 2012. Foot strike and injury rates in endurance runners. A retrospective study. *Medicine and science in sports and exercise* 44(7), 1325–1334. Viitattu 1.5.2024. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3182465115

Ferber, R., Hreljac, A. & Kendall, K. D. 2009. Suspected mechanisms in the cause of overuse running injuries: A clinical review. *Sports health* 1(3), 242–246. Viitattu 18.12.2023. <https://doi.org/10.1177/1941738109334272>

Fields, K. B., Sykes, J. C., Walker, K. M. & Jackson, J. C. 2010. Prevention of running injuries. *Current sports medicine reports* 9(3), 176–182. Viitattu 15.1.2024. doi: 10.1249/JSR.0b013e3181de7ec5

Goss, D. L. & Gross M.T. 2012. A review of mechanics and injury trends among various running styles. *U.S. Army Medical Department journal*, 62–71. Viitattu

1.5.2024. <https://go-gale-com.libproxy.tuni.fi/ps/i.do?p=ITOF&u=tampere&id=GALE|A301479568&v=2.1&it=r>

Heiderscheit, B. C., Chumanov, E. S., Michalski, M. P., Wille, C. M. & Ryan, M. B. 2011. Effects of step rate manipulation on joint mechanics during running. *Medicine and science in sports and exercise* 43(2), 296–302. Viitattu 22.4.2024. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181ebedf4

Heikura, I. 2012. Pitkien kestävyysjuoksumatkojen lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi 10 000 metrin naisjuoksijalla. Liikuntabiologian laitos. Jyväskylän yliopisto. Valmennus- ja testausoppi. Seminaarityö. Viitattu 11.03.2024. <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/40686/LBIA016%20Heikura%20Iida%20Kest%C3%A4vyysjuoksu.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Helenius, J. 2020. Tärähdyskuormituksen arvioiminen puettavien kiihtyvyyssanturien avulla juokskuormituksen yhteydessä. Liikuntatieteellinen tiedekunta. Jyväskylän yliopisto. Pro gradu -tutkielma. Viitattu 12.03.2024. <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/69167/1/URN%3ANBN%3Afi%3Aju-202005253420.pdf>

Hreljac, A. 2004. Impact and overuse injuries in runners. *Medicine and science in sports and exercise* 36(5), 845–849. Viitattu 15.12.2023. doi: 10.1249/01.mss.0000126803.66636.dd

Hreljac, A., Marshall, R. N. & Hume, P. A. 2000. Evaluation of lower extremity overuse injury potential in runners. *Medicine and science in sports and exercise* 32(9), 1635–1641. Viitattu 12.03.2024. <https://doi-org.libproxy.tuni.fi/10.1097/00005768-200009000-00018>

Kakouris, N., Yener, N. & Fong, D. T. P. 2021. A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. *Journal of sport and health science* 10(5), 513–522. Viitattu 18.12.2023. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.04.001>

Kangas, N. & Suopela, F. 2014. Triathlonissa esiintyvät urheiluvammat ja ennaltaehkäisyn keinot. Fysioterapian koulutusohjelma. Lapin Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 8.8.2023. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/71265/Nina%20Kangas%20Feo%20dorit%20%20Suopela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kienstra, C. M., Asken, T. R., Garcia, J. D., Lara, V. & Best, T. M. 2017. Triathlon injuries: transitioning from prevalence to prediction and prevention. *Current sports medicine reports* 16 (6), 397–403. Viitattu 15.12.2023. doi: 10.1249/JSR.0000000000000417

Kivimäki, A. 2021. Developing running economy in triathlonists using explosive-strength training. Faculty of sport and health sciences. M.Sc. Thesis. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 24.4.2024. <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/74369/URN%3aNBN%3afi%3aju-202102241754.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Koskela, J., Pasanen, K., Rinne, M., Suni, J. & Taulaniemi, A. n.d. Biomekaniikan perusteet. UKK-instituutti. Pdf-dokumentti. Viitattu 19.12.2023. <https://ukk-instituutti.fi/wp-content/uploads/2020/12/TULE-ABC-biomekaniikan-perusteet-UKKi.pdf>
- Kostamo, P., Airaksinen, T. & Vilka, H. 2022. Kirjoita itsesi asiantuntijaksi. Opas toiminnalliseen opinnäytetyöhön. E-kirja. Helsinki: Art house. Viitattu 26.6.2024. <https://www.ellibslibrary.com/book/9789518849110>
- Kozinc, Ž. & Sarabon, N. 2017. Common running overuse Injuries and prevention. *Montenegrin Journal of sports science and medicine* 6(2), 67–74. Viitattu 24.4. 2024. doi:10.26773/mjssm.2017.09.009
- Kulmala, J-P., Avela, J., Pasanen, K. & Parkkari, J. 2013. Forefoot strikers exhibit lower running-induced knee loading than rearfoot strikers. *Medicine & science in Sports & Exercise* 45(12), 2306–2313. Viitattu 13.12.2023. doi: 10.1249/MSS.0b013e31829efcf7
- Leppänen, M., Viiala, J., Kaikkonen, P., Tokola, K., Vasankari, T., Nigg, B. M., Krosshaug, T., Werthner, P., Parkkari, J. & Pasanen, K. 2024. Hip and core exercise programme prevents running-related overuse injuries in adult novice recreational runners: a three-arm randomised controlled trial. *British journal of sports medicine* 58(13), 722–732. Viitattu 13.05.2024. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-107926>
- Lieberman, D. E., Warrener, A. G., Wang, J. & Castillo, E. R. 2015. Effects of stride frequency and foot position at landing on braking force, hip torque, impact peak force and the metabolic cost of running in humans. *The journal of experimental biology* 218(21), 3406–3414. Viitattu 22.4.2024. <https://doi.org/10.1242/jeb.125500>
- Llanos-Lagos, C., Ramirez-Campillo, R., Moran, J. & Sáez de Villarreal, E. 2024. The effect of strength training methods on middle-distance and long-distance runners' athletic performance: A Systematic review with meta-analysis. *Sports medicine* 54(7), 1801–1833. Viitattu 1.5.2024. <https://doi-org.libproxy.tuni.fi/10.1007/s40279-024-02018-z>
- Malinen, J-P. 2016. Triathlonin lajianalyysi ja valmennuksen ohjelmointi: perusmatka. Liikuntabiologian laitos. Jyväskylän yliopisto. Valmennus ja testausopin valmentajaseminaarityö. Viitattu 18.1.2024. <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/49542/1/Malinen%20Jari-Pekka.pdf>
- Messier, S. P., Legault, C., Schoenlank, C. R., Newman, J. J., Martin D. F. & Devita, P. 2008. Risk factors and mechanisms of knee Injury in runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 40(11), 1873-1879. Viitattu 22.04.2024. doi: 10.1249/MSS.0b013e31817ed272
- Mikkola, R., Nieminen, M. & Ritvanen, J. 2016. Alemman nilkkanivelen pronatio dynaamisessa liikkeessä. Jalkaterapian koulutusohjelma. Metropolia Ammatikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 22.04.2024. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/118394/Mikkola_Roosa.pdf?sequence=1

- Murphy, S. & Connors, S. 2008. Juokse paremmin. Koskinen, M., Bonke, S., Vuento, S. & Oksanen M. (suom.) Helsinki: A Bonnier Group Company.
- Mustajoki, P. 2022. Akillesjänne. Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 24.4.2024. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00901>
- Novacheck T. F. 1998. The biomechanics of running. *Gait & posture* 7(1), 77–95. Viitattu. 25.3.2024. [https://doi-org.libproxy.tuni.fi/10.1016/s0966-6362\(97\)00038-6](https://doi-org.libproxy.tuni.fi/10.1016/s0966-6362(97)00038-6)
- Nummela, A. 2019. Juokse! Nopeammin, taloudellisemmin ja pidemmälle. *Fitra*.
- O'toole, M. L. & Douglas, P. S. 1995. Applied physiology of triathlon. *Sports Medicine* 19(4), 251–267. Viitattu 22.04.2024.
- Paavolainen, L., Häkkinen, K., Hämäläinen, I., Nummela, A. & Rusko, H. 1999. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of applied physiology* 86(5), 1527–1533. Viitattu. 24.4.2024. <https://doi-org.libproxy.tuni.fi/10.1152/jappl.1999.86.5.1527>
- Pasanen, K., Haapasalo, H., Halén, P., Parkkari, J. & Aho, J. 2021. Urheiluvammojen ehkäisy, hoito ja kuntoutus. Lahti: VK-kustannus Oy.
- Pirkola, L. 2020. Kestävyysjuoksun lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi: voimaharjoittelun näkökulma. Liikuntatieteellinen tiedekunta. Jyväskylän yliopisto. Valmennus- ja testausopin valmentajaseminaarityö. Viitattu 18.1.2024. <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/68727/URN%3aNB%3afi%3ajyu-202004282929.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rhind, J-H., Dass, D., Barnett A. & Carmont, M. 2022. A systematic review of long-distance triathlon musculoskeletal Injuries. *Journal of human kinetics* 81(1), 123-134. Viitattu 19.12.2023. <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0011>
- Ristolainen, R. 2012. Sports injuries in finnish elite cross-country skiers, swimmers, long-distance runners and soccer players. *Tieteellinen tutkimus ORTONin julkaisusarja*. Helsinki. Viitattu 20.12.2023. <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/37311/978-952-9657-61-2.pdf>
- Physiopedia. n.d. Running biomechanics. Verkkosivu. Viitattu 25.3.2024. https://www.physio-pedia.com/Running_Biomechanics
- Saarinen, H. 2022. Vahva ja liikkuva juoksija. Helsinki: Basam Books Oy.
- Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Souza R. B. 2016. An evidence-based videotaped running biomechanics analysis. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America* 27(1), 217–236. Viitattu 25.3.2024. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.08.006>

Spiker, A. M., Dixit, S. & Cosgarea, Andrew J. 2012. Triathlon: Running Injuries. *Sports medicine and arthroscopy review* 20(4), 206-213. Viitattu 25.3.2024. DOI: 10.1097/JSA.0b013e31825ca79f

Šuc, A., Šarko, P., Pleša, J. & Kozinc, Ž. 2022. Resistance exercise for improving running economy and running biomechanics and decreasing running-related injury risk. *Sports* 10(7), 98. Viitattu 24.4. 2024. <https://doi.org/10.3390/sports10070098>

Suomen fysioterapeutit Ry. 2016. Fysioterapeutin ydinosaaminen. Verkkosivu. Viitattu 19.12.2023. <https://www.suomenfysioterapeutit.com/ydinosaaminen/>

Terveurheilija. 2024. Juoksutekniikka. Verkkosivu. Viitattu 08.4.2024. <https://terveurheilija.fi/harjoittelu/juoksutekniikka/>

Thompson, M., Hoffman, K., Blythe, L., Hasler, R. & Longtain, M. 2022. The coupling of stride length and foot strike in running. *Frontiers in sports and active living* 4. Viitattu 22.4.2024. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.768801>

TriathlonSuomi. n.d. Mitä on Triathlon? Verkkosivu. Viitattu 8.8.2023. <https://triathlonsuomi.com/perustietoa-triathlonista/triathlonin-lajit/>

Tuite M. J. 2010. Imaging of triathlon injuries. *Radiologic Clinics of North America* 48(6), 1125–1135. Viitattu 18.12.2023. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2010.07.008>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja. Pdf-dokumentti. Helsinki. Viitattu 18.12.2023. https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf

Valasti, K. & Vuorimaa, T. 2013. Lentoa juoksuun. Harjoittele oikein, kehity ja nauti! Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.

Van Poppel, D., van der Worp, M., Slabbekoorn, A., van den Heuvel, S. S. P., van Middelkoop, M., Koes, B. W., Verhagen, A. P. & Scholten-Peeters, G. G. M. 2021. Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. *Journal of Sport and Health science* 10(1), 14–28. Viitattu 18.12.2023. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.006>

Vilkka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi.

Vincent, H. K., Brownstein, M. D. & Vincent, K. R. 2022. Injury prevention, safe training techniques, rehabilitation, and return to sport in trail runners. *Arthroscopy, sports medicine and rehabilitation* 4(1), 151–162. Viitattu 19.12.2023. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.09.032>

Walker, B. 2014. Urheiluvammat: ennaltaehkäisy, hoito, kuntoutus ja kinesioteippaus. Lahti: VK-Kustannus.

Winter, S. C., Gordon, S., Brice, S. M., Lindsay, D. & Barrs, S. 2019. Overuse injuries in runners of different abilities- a one-year prospective study. *Research*

in Sports Medicine 29(1), 196-212. Viitattu 24.4. 2024
<https://doi.org/10.1080/15438627.2019.1616548>

Zrenner, M. 2022. From draw to big data in endurance running: Application of data science techniques for knowledge creation from wearable sensor data. Friedrich-Alexander-University of Erlangen-Nürnberg. Doctoral Thesis. Viitattu 26.6.2024. DOI:10.25593/978-3-96147-539-1

LIITTEET

Liite 1. Opas

[Opas Kangasalan triathlonseuralle vammoja ennaltaehkäisevään harjoitteluun](#)