

Tapaustutkimus – Blood flow restriction
-harjoitusmenetelmän hyödyntäminen juoksuharjoittelussa

Jänkälä Juuso

Opinnäytetyö

Liikunta ja vapaa-aika
Liikunnanohjaaja (AMK)

2024

Liikunta ja vapaa-aika
Liikunnanohjaaja (AMK)

Tekijä	Juuso Jänkälä	Vuosi	2024
Ohjaaja	Petteri Pohja		
Työn nimi	Tapaustutkimus – Blood flow restriction -harjoitusmenetelmän hyödyntäminen juoksuharjoittelussa		
Sivumäärä	56 + 4		

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tietoa Blood flow restriction (BFR)-harjoitusmenetelmän hyödynnettävyydestä juoksuharjoittelussa ja tuottaa aiheesta tutkimustietoa erityisesti juoksijoille ja juoksuvalmentajille.

Tutkimuksen teoreettisessa viitekehyksessä käsiteltiin juoksun fysiologiaa ja juoksuharjoittelua. Lisäksi viitekehyksessä käsiteltiin BFR-menetelmän fysiologisia vaikutuksia, menetelmän mahdollisia riskejä sekä aiempaa tutkimustietoa BFR-menetelmän hyödyntämisestä kestävyysharjoittelussa.

Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena, jossa käytettiin sekä määrällistä että laadullista tutkimusmenetelmää. Tutkimusinterventio kesti viisi viikkoa sisältäen 15 harjoituskertaa. Harjoittelu toteutettiin matalavauhtisena juoksuharjoitteluna hyödyntäen BFR-menetelmää. Koehenkilön suorituskykyä juoksussa arvioitiin tasotestillä. Harjoittelun aikana koehenkilöltä mitattiin veren laktaattipitoisuutta ja kerättiin syketietoja. Harjoituspäiväkirjan avulla kerättiin koehenkilön arvioita koetusta harjoittelun kuormittavuudesta (SRPE) sekä kommentteja harjoituksista. Koehenkilön kokemuksia ja tuntemuksia harjoittelusta selvitettiin kyselylomakkeella tutkimusjakson päätyttyä.

Tämän tapaustutkimuksen perusteella koehenkilön juoksuvauhdin voidaan todeta kehittyneen harjoitusjakson jälkeen. Juoksuharjoittelu BFR-menetelmää hyödyntäen nosti merkittävästi koehenkilön laktaatti- ja syketasoja harjoittelun aikana. Harjoittelu koettiin tehokkaaksi, mutta etenkin harjoittelun alkuvaiheessa epämiellyttäväksi ja kuormittavaksi.

BFR-menetelmää voidaan tutkimukseni perusteella hyödyntää juoksuharjoittelussa ja sillä on mahdollista saada positiivisia vaikutuksia suorituskykyyn juoksussa. Tutkimustulokset osoittavat, että harjoittelu BFR-menetelmällä on tutkimuksessani käytetyn protokollan mukaan alkuun haastavaa ja menetelmä soveltuu paremmin kokeneemmille juoksun harrastajille. Tapaustutkimuksen tuloksista ei voida tehdä yleistettäviä johtopäätöksiä harjoittelun vaikuttavuudesta. Tulosten yleistämiseksi vaaditaan laajempaa vertailevaa tutkimusta, jossa kohderyhmänä ovat kokeneet juoksijat.

Avainsanat Blood flow restriction, juoksu, intervalliharjoittelu, suorituskyky, kokemukset

Degree Programme in Sports and
Leisure Management
Bachelors of Sports Studies

Author	Juuso Jänkälä	Year	2024
Supervisor	Petteri Pohja		
Title	Case study – Utilizing blood flow restriction method in running training		
Number of pages	56 + 4		

The aim of the study was to produce information on utilizing the blood flow restriction (BFR) training method in running. Information can be used especially by runners and running coaches.

The theoretical framework contained the subjects of physiology of running and running training in general. Also, the theory of BFR method's physiological responses, possible risks involved in BFR training and previous studies about BFR training combined with endurance training were included in the theoretical framework.

The study was implemented as a single subject case study and included quantitative and qualitative study methods. The study intervention lasted 5 weeks and included 15 training sessions. The training was executed as low intensity running training combined with the BFR method. The performance of test subject was measured by a field test that measures lactate concentration and heart rate progressively. Blood lactate concentration and heart rate data were collected during training. Subjective rating of perceived exertion (SRPE) and subject's comments about training session were collected to training diary. Experiences and feelings about BFR training were assessed after training intervention by a questionnaire.

Based on this case study, subject's running performance improved after training intervention. BFR-method combined with running training raised the subject's lactate concentration and heart rate significantly during the training session. The training was seen effective but also unpleasant and physically taxing especially early in the intervention.

Based on this study findings the BFR-method can be utilized in running training and it can have positive effects on the subject's performance. However, based on the experiences of the study subject, the used protocol in the study could be more suitable to experienced runners because of the demanding start of training. General conclusions cannot be drawn about the effects of utilizing BFR-method in running training. More comparative research with experienced runners is needed.

Degree Programme in Sports and
Leisure Management
Bachelors of Sports Studies

Keywords

Blood flow restriction, running, interval training, performance, experiences

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	JUOKSU.....	9
2.1	Juoksun fysiologia	9
2.2	Juoksun harjoittelu	11
2.3	Suorituskyvyn muuttujat.....	15
2.3.1	Laktaatti	16
2.3.2	Syke	17
2.3.3	Session rating of perceived exertion (SRPE).....	18
2.3.4	Tasotesti	19
3	BLOOD FLOW RESTRICTION - HARJOITUSMENETELMÄ	21
3.1	BFR-menetelmän fysiologiset vaikutukset.....	21
3.2	BFR-menetelmän mahdolliset riskit ja mansettien paineen määrittäminen...23	23
3.3	BFR – aikaisempia tutkimustuloksia kestävyysharjoittelusta	23
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	26
4.1	Tutkimusmenetelmät	26
4.2	Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset.....	27
4.3	Intervention toteutus	27
4.4	Aineiston keruu	29
4.5	Tulosten analysointi	31
5	TUTKIMUKSEN TULOKSET	33
5.1	Määrälliset tutkimustulokset.....	33
5.1.1	Harjoitusten aikainen laktaatti.....	33
5.1.2	Harjoitusten aikainen syke.....	34
5.1.3	Harjoitusten koettu kuormittavuus - SRPE.....	35
5.1.4	Tasotestin tulokset	36
5.2	Laadulliset tutkimustulokset	38
5.2.1	Tuntemukset harjoittelun aikana	38
5.2.2	Kokemukset harjoittelusta	39
6	POHDINTA.....	42
6.1	Luotettavuus ja eettisyys.....	45

LÄHTEET	48
LIITTEET	56

1 JOHDANTO

Blood flow restriction (BFR)-menetelmä on harjoitusmuoto, jossa ylä- tai alaraajoihin asennetaan kiristysiteet vähentämään valtimoverenkiertoa sekä rajoittamaan laskimoverenkiertoa kontrolloidusti (Cognetti, Sheean & Owens 2022). BFR-menetelmää on aiemmin hyödynnetty erityisesti lihasvoiman ja lihasmassan kasvattamisessa. Pääasiassa harjoitusmenetelmää ovat hyödyntäneet henkilöt, jotka eivät jostain syystä ole pystyneet tavalliseen voimaharjoitteluun. (Freitas, Karabulut & Bembem 2021)

Juoksuharjoittelu kuormittaa niveliä ja juoksun aikana kehoon kohdistuu jopa kolminkertainen kehon painoa vastaava kuormitus (UKK-instituutti 2024). BFR-menetelmä harjoittelulla on todettu olevan positiivisia vaikutuksia suorituskykyyn perinteistä harjoittelua pienemmillä harjoitusmäärillä ja kuormilla (Miller, Tirko, Shipe, Sumeriski & Moran 2021).

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa tietoa BFR-menetelmästä juoksijoiden ja juoksuvalmentajien käyttöön. Tarkoitus on tutkia BFR-menetelmän hyödyntämistä juoksuharjoittelussa sekä selvittää kokemuksia ja tuntemuksia harjoittelusta.

Aiempaa tutkimustietoa BFR-menetelmän hyödyntämisestä juoksuharjoittelusta löytyy suhteellisen vähän, mutta yksittäisissä tutkimuksissa sillä on havaittu positiivisia vaikutuksia koehenkilöiden suorituskykyyn juoksussa (Paton ym. 2017; Amani-Shalamanzari ym. 2019; Chen ym. 2022). BFR-menetelmän käyttämistä harjoittelussa on tutkittu myös muissa kestävyyslajeissa, kuten pyöräilyssä ja soudussa. Näissä tutkimuksissa on havaittu myönteisiä harjoitusvaikutuksia muun muassa maksimaalisessa hapenottokyvyssä, lihaskunnossa sekä lihasten hypertrofiassa eli lihaskasvussa (Abe ym. 2010; Held, Begringer & Donath 2019).

Tutkimus toteutetaan yksittäisenä tapaustutkimuksena, jossa koehenkilö juoksuharjoittelee matalavauhtisesti BFR-menetelmää hyödyntäen viiden viikon ajan. Tutkimuskysymykset ovat: Miten BFR-menetelmän hyödyntäminen

juoksuharjoittelun aikana vaikuttaa koehenkilön juoksun suorituskykyyn? Minkälaisia tuntemuksia koehenkilö kokee käyttäessään BFR-menetelmää?

Tutkimuksessani hyödynnän sekä määrällistä että laadullista tutkimusotetta. Määrällinen tutkimus ilmenee tutkimuksessani syketietojen, juoksuvauhdin ja laktaattien numeraalisena tutkimisena sekä niiden analysointina. Laadullisen tutkimuksen piirteet näkyvät koehenkilölle teetetyin avoimen kyselylomakkeen sekä harjoituspäiväkirjaan merkittyjen subjektiivisten tuntemusten muodossa.

Suomalaisissa opinnäytetöissä BFR-menetelmää on tutkittu aiemmin kahdessa kirjallisuuskatsauksessa (Keinänen & Körkkö 2017; Ahde, Määttä & Tuomikangas 2018). Opinnäytetyöni on kuitenkin ensimmäinen suomenkielinen tutkimusinterventio BFR-menetelmän hyödyntämisestä juoksuharjoittelussa.

Tutkimuksen aihevalintaa ohjasi vahvasti oma kiinnostus juoksuharjoitteluun. Tutkimuksen tavoitteena onkin tuottaa käytännönläheistä tutkimustietoa BFR-menetelmän hyödynnettävyydestä juoksuharjoittelussa ja luoda pohjaa laajemmalle jatkotutkimukselle aiheesta.

2 JUOKSU

Juoksu on koko kehoa kuormittava liikuntamuoto. Juoksu kehittää tehokkaasti hengitys- ja verenkiertoelimistöä. Säännöllinen juoksuharrastus vahvistaa sydäntä, luustoa ja lihaksia. Lisäksi se parantaa verenkiertoa, tehostaa rasva- ja sokeriaineenvaihduntaa sekä hillitsee stressiä. (UKK-instituutti 2024)

Juoksussa keskeistä on säästeliäs energiankäyttö, koska omaa kehoa kuljetaan pitkän aikaa ilman apuvälineitä. Juoksun taloudellisuus kehittyy juoksuharjoittelun myötä. (Vuorimaa 2016, 474) Juoksijan asennon tulee olla ryhdikäs ja lievästi etukenoinen. Kädet tekevät liikettä hartioista niin, että kädet ovat noin 90 asteen kulmassa, lisäksi hartioiden tulisi olla rentoina. Juoksuasennon ylläpitäminen vaatii riittäviä voimatasoja sekä hyvää lantionseudun lihasten hallintaa. Juoksuaskel voidaan jakaa työntö- ja eteenheilahdusvaiheeseen. Työntövaiheessa lonkka ojentuu ja jalka heilahtaa taakse. Eteenheilahdusvaiheessa jalka tuodaan nopeasti alas kehon painopisteen alle. Juokсутekniikan kehittyminen parantaa vauhtia sekä estää vammojen syntymistä. Juoksuaskeleen toiminta rakentuu juoksuvauhdin, juokсутekniikan ja kehon rakenteellisten ominaisuuksien varaan. (Kotiranta & Seppänen 2016, 222)

2.1 Juoksun fysiologia

Kestävyysjuoksun fysiologia pohjautuu suurelta osin maksimaalisesta hapenottokyvystä (Kutinlahti 2021), hermolihasjärjestelmän toiminnasta, (Vuorimaan 2016, 479) juoksun taloudellisuudesta sekä aerobisen ja anaerobisen energiantuottojärjestelmän tehokkuudesta (Nummela 2016, 128–129, 139).

Kutinlahti (2021) toteaa hapenottokyvyn olevan tärkein kestävyyskunnonmittari hengitys- ja verenkiertoelimistölle. Maksimaalista hapenottokykyä pystytään parantamaan kestävyyslajeissa, joissa hyödynnetään suuria lihasryhmiä, kuten juoksussa. (Kutinlahti 2021) Maksimaalinen hapenottokyky eli maksimaalinen aerobinen kapasiteetti kertoo sydämen minuutti- ja iskutilavuudesta (Hynynen 2016, 127). Hyvän maksimaalisen aerobisen kapasiteetin omaavat henkilöt pystyvät juoksemaan kovempaa sekä tekemään enemmän lihastyötä, koska

heidän hapenkuljetuksensa työskenteleville lihaksille on tehokkaampaa. Juoksuvauhdin kasvaessa hapenkulutus kasvaa suoraviivaisesti kohti maksimaalista hapenkulutusta. (Vuorimaa 2016, 474)

Lihasten energia aineenvaihdunnan tavoitteena on tuottaa adenosiinitrifosfaattia (ATP). Lihasten energiantuottotavat voidaan jakaa aerobisiin ja anaerobisiin. Aerobinen energiantuotto tapahtuu hengitysilman hapen avulla hiilihydraateista, rasvoista ja proteiineista. Anaerobinen energiantuotto tapahtuu lihasten fosfokreatiinivarastoista tai hiilihydraattivarastoista glykolyysin avulla. Glykolyysillä tarkoitetaan kemiallisen reaktion sarjaa, jossa glukoosi tai glykogeeni hape-tetaan palorypälehapoksi ja edelleen maitohapoksi. Aerobisen energiatuoton rooli on merkittävämpi matalatehoisessa suorituksessa, suoritustehon kasvaessa anaerobisen energiantuoton rooli kasvaa. (Nummela 2016, 128–129)

Maksimaalisen aerobisen tehon lähestyessä glykolyysin rooli energiantuotannossa korostuu. Glykolyysi on tärkein energiantuottotapa yli maksimaalisen aerobisen tehon menevissä urheilusuorituksissa. Laktaatti pysyy matalatehoisessa suorituksessa alhaalla, koska energiantuottoa ei tällöin juuri tapahdu glykolyysin kautta. Lihasten ja verenkierron korkea laktaattipitoisuus kertoo suorituksen energiantuoton tapahtuneen anaerobisesti, tällöin glykolyysin lopputuotteena syntyy maitohappoa. Urheilusuorituksen keston ollessa 5–40 minuuttia, oleellisin suorituskykyyn vaikuttava tekijä on maksimaalinen aerobinen teho eli VO_2max . (Nummela 2016, 131–132) Kestävyysuorituskykyyn vaikuttaa myös hapen kinetiikka. Hapen kinetiikalla tarkoitetaan sitä, miten nopeasti lihaksille pystytään toimittamaan happea, ja miten lihakset sitä pystyvät rasituksessa hyödyntämään. Hapen kinetiikka vaikuttaa suoraan anaerobisen energiatuoton määrään. (Mikkola 2022, 22)

Kestävyyslajien urheilijoilla, kuten kestävyysjuoksijoilla ja pyöräilijöillä on paljon hitaita tyypin 1 lihassoluja. Tyypin 1 lihassolut ovat hitaampia supistumisnopeudeltaan, lisäksi ne ovat suhteellisen väsymystä kestäviä. (Plotkin, Roberts, Haun & Schoenfeld 2021) Lihassolujen karkea jaottelu tapahtuukin hitaisiin tyypin 1 ja nopeisiin tyypin 2 lihassoluihin. Lihassolujen jaottelun perusteena käytetään lihasten supistumis- ja

rentoutumisominaisuuksia. Hitaat lihasolut toimivat pääasiassa hapellisessa aerobisessa tilassa, ja nopeat lihasolut puolestaan hapettomassa anaerobisessa tilassa glykolyysin kautta. Hitaiden lihasolujen voimantuotto-ominaisuudet ovat nopeisiin lihasoluihin verrattuna heikommat. Nopeiden lihasolujen voimantuotto-ominaisuudet ovat puolestaan paremmat ja kestävyysominaisuudet heikommat kuin hitailla lihasoluilla. Lihasolujen kestävyysominaisuuksien vertailu ei kuitenkaan ole näin suoraviivaista. Lihasen jännitystasolla on keskeinen merkitys lihasen väsymiseen. Lihasen jännitystason ollessa matala, ei nopeiden ja hitaiden lihasolujen kestävyysominaisuuksissa ole merkittäviä eroja. (Kauranen 2021, 223–224) Hyvät nopeusominaisuudet omaavalla juoksijalla on paljon tyypin 2 lihasoluja, jotka ovat erikoistuneet anaerobiseen energiantuottoon (Nummela 2016, 138). Kestävyysharjoittelulla pystytään jonkin verran vaikuttamaan tyypin 1 lihasolujen pinta-alasuhteeseen (Kauranen 2021, 224).

Juoksun taloudellisuuteen vaikuttavat keskeisesti juoksunopeus, askelpituus, juoksualusta, juoksukengät sekä askelsyklin aikaiset kehon painopisteen vertikaalimuutokset. Taloudellisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat myös ikä, ulkoiset olosuhteet sekä juoksuharjoittelutausta. (Nummela 2016, 139)

2.2 Juoksun harjoittelu

Juoksuharjoittelun perusta on peruskestävyysharjoittelu, joka rakentaa kestävyyskunnan pohjan. Juoksuharjoittelu vaatii pitkäjänteisyyttä, malttia ja säännöllisyyttä. (UKK-instituutti 2024)

Kestävyysurheilijoilla harjoittelumäärän sekä kovatehoisten harjoitusten lisäämisen on todettu parantavan kestävyys suorituskykyä. Yksittäinen harjoitus tehdään harjoitukselle määrätyn intensiteetin mukaan. Harjoitusintensiteetin muuttuja voi olla syke, vauhti, teho tai veren laktaattipitoisuus. Suomessa yleisesti hyväksytty malli kestävyysharjoittelun intensiteeteille on jako tehoalueisiin: PK1, PK2, VK1, VK2, ja MK. Peruskestävyysharjoittelua (PK) toteutetaan alle aerobisen kynnyksen olevilla harjoituksilla. Aerobisen kynnyksen yläpuolella olevaa harjoittelua

kutsutaan vauhtikestävyysharjoitteluksi (VK). Maksimikestävyysharjoittelua (MK) toteutetaan anaerobisen kynnyksen ala- ja yläpuolella. Lisäksi voidaan harjoittaa nopeuskestävyyttä, joka tapahtuu VO₂max arvon yläpuolella ja, jossa anaerobinen energiantuotanto on pääroolissa. (Hynynen 2022, 66)

Harjoittelua suunniteltaessa on tärkeää huomioida harjoittelun yleiset periaatteet. Lajispesifisyys tarkoittaa lajissa keskeisesti tarvittavia ominaisuuksia ja niiden harjoittamista. Juoksussa parasta lajinomaista harjoittelua on juokseminen. Harjoitusvaikutuksen aikaansaamiseksi kehoa täytyy kuormittaa yksilölle sopivasti. Kestävyysharjoittelussa kuormitusta voidaan muokata harjoituksen keston, toistojen määrän ja palautusajan suhteen. Kestävyyden kehittymiselle keskeistä on harjoittelun säännöllisyys ja nousujohteisuus. Kestävyysurheilussa nousujohteisuutta toteutetaan lisäämällä harjoituskertoja tai yksittäisen harjoituksen kestoa. Harjoittelun tulee olla riittävän vaihtelevaa, jotta kehityksessä vältetään tasannevaihe. Nummelan (2022) mukaan samanlaista harjoitusohjelmaa toteuttamalla kehitystä tapahtuu muutamia kuukausia. Harjoittelussa tulee huomioida yksilön erilaiset harjoitusvasteet, kaikille yksilöille ei sovi samanlainen harjoittelu. (Nummela 2022, 64–65)

Peruskestävyysharjoittelun päätavoitteena on harjoittaa kestäviä lihassoluja, parantaa elimistön rasvojen käyttökykyä sekä kehittää aerobista kapasiteettia (Hynynen 2022, 73). Jääskeläisen (2019) mukaan peruskestävyysharjoittelun määrä kestävyyslajien harrastajilla tulisi olla 60–80 % kokonaisharjoittelusta. Peruskestävyysharjoitukset kestävät pääsääntöisesti 30–60 minuuttia, mutta joillakin urheilijoilla harjoitukset voivat kestää jopa kahdeksan tuntia. (Jääskeläinen 2019, 238) Paras harjoitusvaikutus kestävyysjuoksussa saadaan matalavauhtisilla kestojuoksuilla. Näiden harjoitusten tulee olla riittävän pitkiä, jotta kehitystä tapahtuu. Kestojuoksulla tarkoitetaan harjoituksia, joissa ei ole palautumistaukoja. (Vuorimaa 2016, 483) Jääskeläisen (2019) mukaan peruskestävyysharjoittelu rakentaa juoksijan aerobisen energiantuoton pohjan ja palauttaa elimistöä kovempitehoisen harjoittelun jäljiltä. Mikäli peruskestävyyden pohja ei ole riittävällä tasolla, vauhti- ja maksimikestävyyskehittyminen on haastavaa. (Jääskeläinen 2019, 237) Peruskestävyysharjoituksessa veren laktaattipitoisuus säilyy pääasiassa tasaisena, mutta syke, sydämen iskutilavuus sekä hengitysvolyymi kasvavat.

Peruskestävyysharjoittelussa teho on pääasiassa 50–70 % maksimaalisesta hapenottokyvystä. (Hynynen 2022, 68)

Anaerobinen kynnyks on kuormituksen taso, jolla elimistö vielä kykenee puskuroimaan kuormituksen aikana syntyvää laktaattia. Anaerobisella kynnyksellä elimistön laktaatin tuottomekanismit ja poistomekanismit voivat saavuttaa steady state -tilan (laktaatin tuotto ja poistuminen ovat tasapainossa). Anaerobisen kynnyksen harjoittelusta puhuttaessa tarkoitetaan vauhtikestävyysharjoittelua. (Jääskeläinen 2019, 243) Vauhtikestävyysharjoittelun tarkoituksena on aerobisen kapasiteetin sekä laktaatin poistokyvyn kehittäminen. Lisäksi vauhtikestävyysharjoitukset parantavat elimistön rasvojen ja hiilihydraattien käyttöä sekä suorituksen taloudellisuutta harjoiteltaessa kilpailuvauhdin tuntumassa. Myös nopeat ja kestävät lihassolut kehittyvät onnistuneen vauhtikestävyysharjoittelun seurauksena. (Hynynen 2022, 74–75) VK1 harjoittelu kuormittaa enemmän hitaita lihassoluja ja energiantuotto tapahtuu hiilihydraatti- ja rasva-aineenvaihdunnan avulla. VK2 alueen harjoittelu kuormittaa enemmän nopeita lihassoluja ja hyödyntää hiilihydraattiaineenvaihduntaa. (Jääskeläinen 2019, 246)

Jääskeläisen (2019) mukaan vauhtikestävyysharjoittelua tulee olla kestävyyslajien harrastajilla harjoitusohjelmassa ympäri vuoden 1–3 kertaa viikossa. Vauhtikestävyysharjoittelun määrä kokonaisharjoittelusta on noin 10–30 % kokonaisharjoittelun määrästä, joka tarkoittaa viikotason 1–3 harjoitusta ympärivuotisesti. Vauhtikestävyysharjoitukset kestävät pääsääntöisesti 20 minuutista kahteen tuntiin, riippuen syketasosta. Harjoituksia voidaan toteuttaa yhtäjaksoisena juoksuna tai intervaleina. Intervalliharjoitus voi sisältää esimerkiksi kuusi kertaa kolme minuuttia juoksua (6 x 3 min) 1–5 minuutin palautusajalla. (Jääskeläinen 2019, 243, 246–247)

Maksimikestävyysharjoittelun avulla voidaan kehittää maksimaalista hapenottokykyä. Maksimikestävyysharjoittelu on kehittäväintä, kun harjoituksissa liikutaan 90–95 % yksilön maksimaalisesta hapenottokyvystä. Maksimikestävyysharjoittelua toteutetaan pääasiassa intervaleina. Intervallit kestävät yleensä 3–10 minuuttia ja palautusajat ovat 1–5 minuuttia. Juoksuintervalleja voi harjoituksessa olla esimerkiksi 5–6 kertaa 1000 metriä. (Hynynen 2022, 76, 80) Maksimaalinen

hapanottokyky on suurelta osin perinnöllinen ominaisuus ja siihen voidaan harjoittelulla vaikuttaa vain vähäisesti. Maksimikestävyysominaisuuksia kehittääkseen kestävyyslajien harrastajan MK-alueen harjoittelua tulisi olla 1–2 kertaa viikossa. Maksimikestävyysominaisuuksien ylläpitoon riittävä harjoitusmäärä on kerran 2–4 viikossa, MK-harjoittelun kokonaismäärä harjoittelusta on noin 2–10 %. (Jääskeläinen 2019, 253)

Nopeuskestävyys harjoittelulla halutaan parantaa kestävyys suorituskykyä kilpailuvauhtisilla harjoituksilla. Nämä harjoitukset kehittävät erityisesti suoritustekniikkaa, juoksun taloudellisuutta sekä anaerobista kapasiteettia. (Hynynen 2022, 82) Nopeuskestävyys jaetaan kahden eri anaerobisen energiantuotto järjestelmän mukaan: laktiseen eli hapolliseen sekä alaktiseen eli hapottomaan energiantuottoon (Jääskeläinen 2019, 258).

Laktinen energiantuotto käynnistyy nopeasti kovatehoisen suorituksen alkamisen jälkeen, kun aerobisen järjestelmän tehokkuus ei riitä energian tuottamiseen. Laktinen energiantuotto aiheuttaa elimistöön suuren happivelan, joka kompensoidaan suorituksen jälkeen aerobisella energiantuotolla. Elimistön stabiloituminen happivelan ja kertyneen laktaatin jälkeen on riippuvainen elimistön kyvystä poistaa laktaattia. (Jääskeläinen 2019, 258)

Alaktinen energiantuotto toimii lyhyissä urheilusuorituksissa välittömien energialähteidensä (ATP ja CP eli fosfokreatiini) avulla. Alaktinen energiantuotto synnyttää hapotonta happivelkaa, joka kompensoidaan aerobisen energiantuoton avulla suorituksen jälkeen. Laktinen, alaktinen ja aerobinen energiantuotto toimivat kaikki yhdessä kovatehoisissa nopeuskestävyys suorituksissa. (Jääskeläinen 2019, 258)

Nopeuskestävyys harjoittelun suunnittelussa ja toteutuksessa tulee huomioida, mitä nopeuskestävyyden osa-alueita halutaan painottaa; alaktista, laktista vai aerobista. Harjoittelussa tulee huomioida harjoitusvetojen pituudet ja palautusajat. Anaerobisissa nopeuskestävyys harjoituksissa syke ei ehdi laskea vetojen välillä, joten sitä ei voi hyödyntää palautumisen indikaattorina. Laktaattimittausten hyödyntäminen nopeuskestävyys harjoittelun kuormitustehon seurannassa on

hyödyllistä. (Jääskeläinen 2019, 264) Nopeuskestävyys harjoitukset voidaan jakaa määräintervalleihin, tehointervalleihin sekä maksimaalisen nopeuskestävyyden harjoituksiin. Määräintervallit ovat kestoaltaan 30–90 sekuntia ja harjoitusten palautusajat 30 sekunnin ja kahden minuutin välillä. Tyypillinen intervallien kokonaismäärä harjoituksessa on 10–30. Määräintervalliharjoituksissa tavoiteltu veren laktaattipitoisuus on 2–6 mmol/l. (Hynynen 2022, 83)

Tehointervallien kesto on 30–90 sekuntia ja palautusaika intervallien välissä 2–4 minuuttia. Yleensä harjoitus sisältää 5–15 intervallia. Tehointervalliharjoituksessa tavoiteltu veren laktaattipitoisuus on 6–12 mmol/l. Maksimaalisen nopeuskestävyyden harjoituksissa intervallin kesto on 20–60 sekuntia ja toistopalautus 5–10 minuuttia. Maksimaalisia intervaleja toteutetaan yhdessä harjoituksessa 3–6 kertaa. Veren laktaattipitoisuus maksimaalisissa nopeuskestävyys harjoituksissa on maksimaalinen. (Hynynen, 2022, 83) Lisäksi nopeuskestävyyttä voidaan harjoittaa alaktisilla nopeuskestävyys intervaleilla, joissa juostaan useita lyhyitä 10–20 sekunnin intervaleja 75 % juoksuteholla. Lyhyitä intervaleja voidaan tehdä esimerkiksi kymmenen kiihdytyksen sarjoina, joissa kiihdytysten välinen palautumisaika on minuutista kahteen minuuttiin ja sarjojen välinen palautumisaika neljästä minuutista kahdeksaan minuuttiin. (Jääskeläinen 2019, 265)

Kestävyysjuoksija pystyy parantamaan suorituskykyään voimaharjoittelun avulla. Vuorimaan (2016) mukaan voimaharjoittelun hyödyt ovat todennäköisesti suurimmat paljon juoksuharjoittelua tehneillä henkilöillä, joilla voimatasoissa on puutteita. Voimatasojen parantuminen näkyy juoksun taloudellisuuden ja nopeuden paranemisena. Voimaharjoittelu kehittää lihasten ja tukikudosten jäntevyyttä, ja sitä kautta askelsyklin ajoitus ja voimantuotto paranevat. (Vuorimaa 2016, 479)

2.3 Suorituskyvyn muuttajat

Juoksijan suorituskykyä ja elimistön kuormittuneisuutta harjoituksen aikana voidaan mitata erilaisilla mittareilla ja muuttujilla. Merkittäviä juoksun aikaisesta kuormituksesta kertovia muuttujia ovat veren laktaattipitoisuus ja sydämen syke. Kuormituksen aikaista räsitystä voidaan arvioida Session rating of perceived

exertion (SRPE) -asteikon avulla, joka kertoo harjoituksen aikaisesta koetusta kuormittavuudesta. Juoksijan kestävyysominaisuuksia ja suorituskykyä voidaan testata helposti nousevakuormitteisella kenttättestillä esimerkiksi yleisurheilukentän juoksuradalla.

2.3.1 Laktaatti

Laktaatilla on merkittävä rooli ihmisen energiantuotannossa. Laktaatti syntyy aineenvaihdunnan sivutuotteena maitohaposta, joka luovuttaa nopeasti H⁺ -ionin. Laktaatilla on täten merkittävä rooli kuormitusfysiologiassa. Laktaattia on pitkään pidetty ainoastaan haitallisena tekijänä urheilusuorituksissa, Heinosen (2005) mukaan tämä väite on kuitenkin virheellinen. Urheilusuorituksen aikana muun muassa sydän ja munuaiset hyödyntävät laktaattia energianlähteenä. Laktaatin tuotto on voimakkaimmillaan nopeita lihassoluja käytettäessä, mutta laktaattia esiintyy verenkierrossa myös levossa. (Heinonen 2005, 140–142)

Veren laktaattipitoisuus on levossa <2,2mmol/l, mutta kuormituksessa lukema voi olla kymmenkertainen. Laktaatin muodostuminen johtuu elimistön puolustusjärjestelmän aktivoitumisesta voimakkaan kuormituksen seurauksena. Korkeimmat laktaattilukemat mitataan 2–7 minuuttia kovatehoisen urheilusuorituksen jälkeen. Tämä johtuu laktaatin kulkeutumisesta lihassoluista verenkiertoon. Kuormituksen jälkeen lihakseen ja verenkiertoon jäänyttä laktaattia ei voi hyödyntää energianlähteenä, vaan se tulee hävittää elimistöstä toisiksi yhdisteiksi kuten glukooksi maksassa. (Kauranen 2021, 61)

Laktaatti on maitohapon hajoamistuote ja se säilyy verenkierrossa pidempään kuin lihaksessa, joten veren laktaattipitoisuuden määrittäminen onnistuu laktaattimittarin avulla helposti. Verinäytteen laktaattipitoisuus kertoo anaerobisen aineenvaihdunnan osuudesta lihaksen energiankulutuksessa. (Kauranen 2021, 62)

Suomessa veren laktaattipitoisuus mitataan pääasiassa sormenpästä, mutta näytteitä voidaan ottaa myös korvaledestä. Virhetulokset laktaattinäytteessä voivat johtua ilmakehän, hien tai kudoksen pääsystä verinäytteen joukkoon.

Lisäksi on tärkeää, että verinäytettä on riittävä määrä analysointia varten. (Nummela & Peltonen 2018b, 96) Laktaatinmittauksessa hyödynnetään pika-analyysaattoreita, jotka antavat testituloksen minuutin sisällä näytteenotosta (Keskinen, Mänttari & Keskinen 2007, 114).

Aerobinen ja anaerobinen kynnykset toimivat yhtenä pitkäkestoisen kestävyysmittarinä. Kynnykset määritetään lihasten energia-aineenvaihdunnassa tapahtuvien muutosten pohjalta kuormituksen kasvaessa rasituksessa. Verestä otettava laktaattimittaus kertoo aineenvaihdunnan muutoksista. Kuormituksen kasvaessa elimistöön alkaa kertyä laktaattia, joka kertoo anaerobisen energiantuoton (glykolyysi) lisääntymisestä. Elimistö hyödyntää laktaattia energianlähteenään hapettamalla sitä sekä muodostamalla glukoosia (maksassa). Aerobinen kynnykset tai laktaattikynnykset 1 määritetään pääsääntöisesti kohtaan, jossa laktaattipitoisuus nousee ensimmäisen kerran perustasosta. Aerobinen kynnykset on suurin energiankulutuksen taso, jossa sydänlihas, maksa ja lihakset kykenevät poistamaan laktaattia sen verran, että veren laktaattipitoisuus pysyy lepotason tuntumassa. Kuormituksen kasvaessa aerobisen kynnyksen jälkeen kehon laktaatin tuotossa ja poistossa tapahtuu muutos, joka johtaa veren laktaattipitoisuuden kasvuun. Tällöin ventilaatio kasvaa nopeammin kuin hapenkulutus. Tätä muutoskohtaa kutsutaan anaerobiseksi kynnykseksi. Anaerobinen kynnykset on suurin energiankulutuksen taso, jossa veren laktaattipitoisuus ei nouse koko suorituksen ajan. (Nummela 2007, 51–52)

Heinosen (2005) mukaan kestävyysharjoittelulla voi olla laskeva vaikutus elimistön laktaattipitoisuuksiin harjoittelun aikana. Tämä johtuu kehon adaptoitumisesta harjoitteluun. Osaltaan tähän vaikuttaa myös elimistön parempi kyky käyttää laktaattia suorituksen aikana. (Heinonen 2005, 141–142)

2.3.2 Syke

Sydämen syke tarkoittaa sydämen toimintakiertojen lukumäärää minuutin aikana (Ermolao & Bergam 2016, 52). Sykettä voi mitata esimerkiksi ranteesta tai kaulavaltimolta, jolloin puhutaan pulssista, joka johtuu sydämen lyönneistä eli sykkeestä. Luotettavin tapa mitata sykettä on käyttää sykevyötä. Syke kertoo

aerobisen liikunnan tehosta kuormituksen aikana. Kuormituksen kasvaessa hengästyminen kasvaa, sydämen syke kiihtyy ja verenkierto on aktiivisinta töitä tekevissä lihaksissa. Aerobinen harjoittelu kasvattaa sydämen kokoa ja tilavuutta. Sydämen syke on tahdosta riippumatonta toimintaa, johon ulkoisilla tekijöillä on oma vaikutuksensa. Liikunnallisen elämäntavan lisäksi sykkeeseen vaikuttaa vaateetus, lämpötila sekä sen hetkinen psyykinen ja fyysinen kuormitus. Kestävyysharjoittelu vaikuttaa laskevasti levon ja submaksimaalisen rasituksen aikaiseen sykkeeseen ja verenpaineeseen. (Kotiranta & Seppänen 2016, 36–37, 46)

Sykeseurannan avulla pystytään optimoimaan harjoittelua yksilöllisesti sopivalle tasolle. Harjoitusten aikaisten sykkeiden seuranta on oleellista valmentajalle, jotta hän pystyy muokkaamaan harjoitusohjelman tehoja sopivaksi. (Kotiranta & Seppänen 2016, 46–47) Juoksijan harjoitusalueet voidaan karrikoidusti jakaa henkilön maksimisykkeen perusteella seuraavanlaisesti: peruskestävyysalue 60–75 %, vauhtikestävyysalue 75–85 %, maksimikestävyysalue 85–95 % ja nopeuskestävyysalue 95–100 % maksimisykkeestä (Paunonen 2018).

Pääsääntöisesti laskenut leposyke kertoo harjoittelun onnistuneen, tällöin voidaan olettaa aerobisen kapasiteetin kehittyneen (Kotiranta & Seppänen 2016, 49). Aerobisella harjoittelulla on vaikutusta myös sydämen iskutilavuuteen eli siihen, kuinka paljon verta sydämen vasen kammio pumppaa elimistöön. Aerobisen harjoittelun seurauksena henkilön leposyke laskee, mutta sydämen kyky pumppata verta elimistöön kasvaa. (Wilmore ym. 2001)

2.3.3 Session rating of perceived exertion (SRPE)

SRPE (Session rating of perceived exertion) kuvaa koetun rasituksen kuormittavuutta. Menetelmä on kehitetty 25 vuotta sitten Borgin käsitteen (RPE) muunnelmana, jonka tarkoituksena on kuvata koko harjoituskerran intensiteettiä. SRPE on yleisesti hyväksytty sisäisen harjoituskuorman mittari. SRPE korreloi hyvin muiden harjoitusten aikaisten kuormituksen mittareiden, kuten sykkeen ja veren laktaattipitoisuuden kanssa. SRPE on todettu olevan pätevä kuormittavuuden mittari minuutista 14 päivään harjoituksen päättymisen jälkeen. SRPE:n arviointi on kuitenkin paras tehdä noin puoli tuntia harjoituksen jälkeen. SRPE:ta

pystytään hyödyntämään harjoittelun suunnittelussa, ja sen suurimpana etuna on seurantamenetelmän yksinkertaisuus. (Foster ym. 2021)

SRPE voi olla hyödyllinen työkalu, kun arvioidaan henkilön pidemmän aikavälin kuormittuneisuutta. Tutkimuksessa (Fusco ym. 2017) on havaittu, että SRPE reagoi kumulatiiviseen väsymykseen herkemmin kuin syke tai laktaatti. SRPE voi antaa arvokasta lisätietoa henkilön kuormittuneisuudesta, mitä syke tai laktaatti ei välttämättä kerro harjoituksen aikana. (Fusco ym. 2017) SRPE:hen voi vaikuttaa myös mentaalinen väsymys. Esimerkiksi harjoitusviikon edetessä henkilön arvio harjoittelun kuormittavuudesta voi olla korkeampi kuin alkuvuikosta, vaikka harjoittelu itsessään ei olisi merkittävästi kuormittavampaa. (Coyne, Coutts, Newton & Haff 2021)

SRPE rasitusasteikko 1–10 (Barnes 2017)

0 = lepo, 1 = todella helppo, 2 = helppo, 3 = kohtalainen, 4 = hieman kova, 5 = kova, 6 = kova, 7 = todella kova, 8 = todella todella kova, 9 = lähes maksimi, 10 = maksimi

2.3.4 Tasotesti

Kestävyysominaisuuksien testaamiseen voidaan käyttää useita erilaisia luotettavia menetelmiä. Lisäksi fysiologisia kynnystehoja pystytään määrittämään monella eri tavalla. Eri testausmenetelmissä on paljon samankaltaisuuksia, koska eri fysiologiset ilmiöt liittyvät anaerobisen aineenvaihdunnan kasvuun kuormituksen lisääntyessä. Testausmenetelmissä on myös eroavaisuuksia, koska fysiologisten muutoskohtien mittaus tapahtuu eri muuttujilla. Muuttujia ovat muun muassa veren laktaattipitoisuus ja hengityskaasut. Saman testaustavan käyttäminen on tärkeää esimerkiksi harjoittelun seurannassa. (Nummela & Peltonen 2018a, 79)

Tasotestien tavoitteena on kestävyysominaisuuksien kehittymisen seuranta sekä kestävyysharjoitteluun sopivien harjoitusalueiden määrittely. Tasotestejä tehdään pääsääntöisesti kestävyysurheilijoille. Juoksijat suorittavat tasotestin

juoksuradalla. Tasotesteissä kuormitusportaita on 5–8, ja jokaisen kuormitusportaan lopussa kirjataan ylös syke- ja laktaattitiedot. Onnistuneessa tasotestissä suoritetaan 1–3 juoksuvetoa alle aerobisen kynnyksen, 2–3 juoksuvetoa aerobisen ja anaerobisen kynnyksen välissä ja viimeinen juoksuveto on maksimaalinen. Tasotestissä kuormitusportaan keston tulisi olla vähintään kolme minuuttia, jolloin pystytään saavuttamaan steady-state taso (tasannevaihe) niin sykkeen kuin veren laktaattipitoisuuden osalta. Tasotestejä on hyvä tehdä useamman kerran vuoden aikana kehittymisen seuraamiseksi. Tasotestin suorittamiseen riittää sekuntikello, sykemittari sekä laktaatinmittaukseen tarvittavat välineet. (Nummela, Mänttari, Keskinen & Keskinen 2018, 115–116)

Tasotestien olosuhteet tulisi olla jokaisella testikerralla samanlaiset, jotta tuloksia pystytään vertailemaan toisiinsa. Testin luotettavuuden kannalta optimaalisinta olisi suorittaa se sisähallissa, näin olosuhteista johtuvat muutokset pystytään minimoimaan. (Nummela ym. 2018, 115–116) Testiin valmistautuessa testiä edeltävä vuorokausi tulisi pyrkiä vakioimaan. Ravitseminen, uni ja nesteytys on tärkeää huomioida testiin valmistautuessa. On suositeltavaa, että testiä edeltävinä kahdena vuorokautena vältetään määrällisesti ja tehollisesti kuormittavaa harjoittelua. (Nummela & Peltonen 2018a, 80)

3 BLOOD FLOW RESTRICTION - HARJOITUSMENETELMÄ

Blood flow restriction -harjoittelu (BFR) on harjoitusmenetelmä, jossa käytetään kiristyssidettä vähentämään valtimoiden verenkiertoa sekä rajoittamaan laskimoiden ulosvirtausta harjoittelun yhteydessä. Kiristyssiteen paineen säätäminen yksilölle sopivaksi on tärkeää, jotta BFR-harjoitusmenetelmän käyttäminen on henkilölle turvallista. (Cerqueira, Costa, Oliveira, Pereira & Vieira 2021) BFR-menetelmää on käytetty lihaskoon, lihasvoiman sekä kestävyuden parantamiseen. Menetelmällä tavoitellaan sitä, että pienemmällä harjoitusvastuksella tai matalatehoisella harjoituksella saavutettaisiin suurempi harjoitusvaikutus kuin ilman BFR-menetelmää harjoiteltaessa. (Miller ym. 2021)

BFR-menetelmän erona tavalliseen voima- tai juoksuharjoitteluun on sen niveleväisyys. Erityisesti henkilöt, jotka eivät kykene normaaliin harjoitteluun, saavat hyötyä BFR-menetelmästä. Ikääntyneille tai loukkaantumisesta kärsivällä urheilijalla menetelmä on erityisen tehokas. (Miller ym. 2021)

3.1 BFR-menetelmän fysiologiset vaikutukset

BFR-menetelmän harjoitusvaikutus perustuu mekaaniseen jännitykseen ja metaboliseen stressiin, jotka aiheuttavat lihasten hypertrofiaa. Se, miten korkealla intensiteetillä harjoittelua toteutetaan, vaikuttaa lihashypertrofian syntymiseen. Pearsonin ja Hussainin (2014) mukaan vaikuttaa siltä, että optimaalisin harjoitusvaikutus lihashypertrofiaan saadaan käyttäessä BFR-menetelmää kohtalaisella harjoitusteholla. (Pearson & Hussain 2014)

BFR-harjoittelulla on havaittu muutoksia verenkierrossa harjoituksen aikana ja sen jälkeen. Harjoituksen jälkeen tapahtuu mukautumista niin perifeerisessä verisuonistossa kuin harjoitetussa lihaksessa. Tämä aiheutuu häiriintyneestä veren läpivirtauksesta ja hapetuksesta, mikä johtuu leikkausjännityksestä, hypoksiasta, metaboliasta ja oksidatiivisista stressisignaaleista. (Ferguson, Mitchell, Taylor, Bishop & Christiansen 2021)

Lihasten verenkierron rajoitus yhdessä niiden supistumisen kanssa on antanut uutta tietoa lihasväsymyksestä, verenpainereflekseistä ja aineenvaihdunnan toiminnasta. BFR-menetelmän hyöty perustuu siihen, että maltillisella harjoitusintensiteetillä saadaan aikaan harjoitusadaptaatiota kehossa. Tutkimustulosten mukaan kehitystä on saavutettu niin lihaskoon, voiman kuin kestävyyskapasiteetin osalta. (Pignanelli, Christiansen & Burr 2021)

Lisäksi BFR-menetelmästä ovat saaneet lisähyötyä myös kokeneet urheilijat. Voima- ja kestävyysharjoittelutaustan omaavat urheilijat ovat saaneet lisäharjoitusvaikutusta, joka kohdistuu lihaksiin sekä sydän- ja verenkiertoelimistöön. BFR-menetelmän avulla kyetään muuttamaan paikallista lihasten hapen saataavuutta sekä verisuonten leikkausjännitystä. Näiden muutosten saavuttaminen tavanomaisella harjoittelulla ei ole mahdollista. (Pignanelli ym. 2021)

Harjoittelu matalalla vastuksella yhdistettynä BFR-menetelmään nostaa merkittävästi veren laktaattitasoja. Korkea laktaattitaso aiheuttaa lihasarkuutta ja voi osaltaan olla vaikuttamassa harjoittelun lopettamiseen. Kuitenkin laktaattitasojen korkea nouseminen on keskeinen asia tarpeellisten lihasmukautumisten syntymiselle. Teorian mukaan alhainen happiympäristö edesauttaa suurta metabolista stressiä. Metabolinen stressi aiheuttaa lihasvaurioita, jotka myöhemmin johtavat lihaskasvuun. (Miller ym. 2021)

BFR-menetelmän avulla voidaan parantaa merkittävästi maksimaalista hapenottoa, mikäli harjoitusärsyke ja BFR-mansettien paineet ovat sopivia. Maksimaalisen hapenottoa kehittymisen voidaan saavuttaa matalammalla harjoitusmäärällä, mikäli perinteisen aerobisen harjoittelun lisäksi hyödynnetään BFR-menetelmää. BFR-menetelmän aiheuttama kumulatiivinen happivaje, voi olla edesauttamassa maksimaalisen hapenottoa kehittämisessä pienemmällä harjoitusärsykkeellä. Erityisesti henkilöt, jotka eivät pysty harjoittelemaan riittävän kovatehoisesti kehittyäkseen voivat hyötyä tästä. (Miller ym. 2021)

3.2 BFR-menetelmän mahdolliset riskit ja mansettien paineen määrittäminen

Tutkijoiden mielestä BFR-menetelmä on turvallinen suurimmalle osalle ihmisistä, joilla ei ole vakavia sydän- ja verisuonitauteja. Keskeistä BFR-menetelmän hyödyntämisessä on huomioida mansetin paine, verenvirtauksen rajoittamiseen käytettävä aika sekä harjoittelun volyyymi ja intensiteetti. BFR-menetelmään kuuluvia mansetteja on erilaisia. Mitä leveämpi mansetti on, sitä matalampaa kokonaispainetta tulee pääsääntöisesti käyttää. Mansettien leveydet vaihtelevat 3–18 cm välillä. Harjoittelun turvallisuuden kannalta keskeistä on säätää kokonaispaine oikealle tasolle. Eri tutkimuksissa mansetin paineen valintakriteereinä ovat toimineet muun muassa koehenkilön oma harkinta, raajan ympärystymitt, prosenttiosuus systolisesta verenpaineesta, prosenttiosuus verenpaineesta tai valtimoiden tukospaine. Pattersonin ym. (2019) mukaan on vielä epäselvää, mikä tapa määrittää mansetin paine olisi tehokkain tai turvallisin.

On havaittu, että BFR-menetelmä saattaa aiheuttaa käyttäjillä kohonnutta verenpainetta sekä epämääräisiä sydän- ja verisuonivasteita. Tämä on seurausta lisääntyneestä barorefleksistä eli mekanismista, joka ylläpitää verenpaineen normaalina. (Nascimento, Rolnick, Neto, Severin & Beal 2022) Lisäksi mahdollisina sivuvaikutuksina voi ilmetä lihaskipua, harjoituksen aikaista epämukavuutta, kohonnutta sykettä sekä viivästynyttä lihaskipua. Harvinaisempina sivuvaikutuksina esiintyy puutumista, hermovaurioita, mustelmia, huimausta, pyörtymistä, veritulppia, lihasvaurioita ja rhabdomyolyysia. (Patterson ym. 2019)

3.3 BFR – aikaisempia tutkimustuloksia kestävyys- ja voimaharjoittelusta

Tutkimustulokset BFR-menetelmän hyödyistä aerobisen suorituskyvyn parantamiseen ovat ristiriitaisia, joten yksiselitteisten johtopäätösten tekeminen sen käytettävyydestä on vielä vaikeaa (Castilla-Lopez, Molina-Mula & Romero-Franco 2022). On olemassa kuitenkin tutkimuksia, joissa BFR-menetelmän käytöstä on saatu hyötyä kestävyys- ja voimasuorituskykyyn eri lajeissa.

Chen ym. (2022) tutkivat BFR-menetelmän vaikutuksia miespuolisten kestävyysjuoksijoiden isokineettiseen lihasvoimaan, lihaskestävyyteen ja maksimaaliseen

suorituskykyyn juoksussa. Tutkimusjakso kesti kahdeksan viikkoa ja sisälsi kolme harjoituskertaa viikossa. BFR-menetelmää hyödyntäneen koeryhmän maksimaalinen suorituskyky juoksussa kehittyi tutkimusjaksolla enemmän kuin tutkimuksen kontrolliryhmällä. (Chen ym. 2022) Myös Paton, Addis & Taylor (2017) tutkivat BFR-menetelmän hyödyntämistä juoksuharjoittelussa, mutta sen harjoitushyödyt suhteessa kontrolliryhmään olivat selvästi vähäisempiä. Tämä voi johtua osittain siitä, että interventio kesti vain kahdeksan harjoituskertaa.

	Ennen harjoitusjaksoa	Kesken harjoitusjakson	Harjoitusjakson jälkeen
Maksimaalinen juoksuvauhti (km/h)			
BFR-ryhmä	13.52 ± 1.85	13.82 ± 1.73	15.15 ± 1.08
Kontrolliryhmä	13.00 ± 1.56	13.00 ± 1.56	13.59 ± 1.43

Taulukko 1. Mukailtu BFR-ryhmän ja kontrolliryhmän juoksun suorituskyvyn muutos intervention jälkeen (Chen ym. 2022).

Abe ym. (2010) tutkivat matalan intensiteetin pyöräilyharjoittelua yhdistettynä BFR-menetelmään. Tutkimuksessa selvitettiin BFR-menetelmän hyötyjä lihaskoon ja maksimaaliseen hapenottokykyyn. BFR- ja kontrolliryhmä harjoittelivat kahdeksan viikon ajan, kolme kertaa viikossa. Tutkimustuloksista käy ilmi, että nelipäisen reisilihaksen poikkileikkauspinta-ala ja lihastilavuus kasvoivat 3,4–5,1 %, ja polven isometrinen ojennusvoima lisääntyi 7,7 % BFR-harjoitteluryhmässä. Verrokkiryhmässä näitä muutoksia ei tapahtunut. BFR-ryhmä paransi maksimaalista hapenottokykyä 6,4 %. Lisäksi uupumukseen saakka tehtävässä harjoituksessa kehitystä tapahtui 15,4 %. Uupumukseen saakka tehtävässä harjoituksessa kehitystä verrokkiryhmällä oli 3,9 % ja maksimaalinen hapenottokyky laski 0,1 %. Tutkimuksen perusteella matalan intensiteetin lyhytkestoinen pyöräilyharjoitus BFR-menetelmää hyödyntäen kehittää aerobista kapasiteettia sekä lihasten hypertrofiaa nuorilla miehillä. (Abe ym. 2010)

Held ym. (2019) tutkivat BFR-menetelmän hyödyntämistä huippusoutajien maksimaalisen hapenottokyvyn kehittämisessä. Soutajat harjoittelivat kolme kertaa viikossa, viiden viikon ajan BFR-menetelmää hyödyntäen. Harjoittelua toteutettiin kaksi kertaa kymmenen minuutin kestoisilla matalatehoisilla intervalleilla. Viikon kokonaisharjoittelumäärä oli 60 minuuttia, ja harjoittelun aikainen laktaattitaso alle 2 mmol/l. Harjoitusjakson vaikuttavuutta testattiin suoran hapenottokyvyn

RAMP-testillä, jossa havaittiin, että BFR-ryhmä kehitti maksimaalista hapenotto-
kykyä 9,1 %, kontrolliryhmän kehittyessä vain 2,1 %. (Held ym. 2019)

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

4.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena eli case studyna. Tapaustutkimus ei ole metodi vaan tutkimustapa tai strategia, jossa voidaan hyödyntää erilaisia aineistoja ja menetelmiä. Tapaustutkimuksessa tutkittava kohde voi olla jokin ilmiö tai tapahtumakulku, jossa usein tutkitaan yksittäistä tapausta. (Bamberg, Jokinen & Laine 2015, 9) Tapaustutkimuksen tarkoituksena ei ole luoda yleistettävää tietoa tutkittavasta asiasta vaan saada syvälinen ymmärrys yksittäisestä tapauksesta (Kananen 2013, 54; Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 130–131). Tapaustutkimuksessa voidaan yhdistellä määrällistä ja laadullista tutkimusotetta (Kananen 2013, 28). Tässä tutkimuksessa tutkittiin määrällistä ja laadullista tutkimusotetta käyttäen yksittäisen koehenkilön juoksun suorituskyvyn muutoksia sekä koettuja tuntemuksia BFR-menetelmää hyödyntävän juoksuharjoittelun aikana.

Määrälliselle eli kvantitatiiviselle tutkimukselle on ominaista numeerinen mittaaminen. Aiemmat teoriat sekä käsitteiden määrittely ovat tutkimuksen keskiössä. (Hirsjärvi ym. 2007, 136) Määrällisen tutkimuksen tavoitteena on selvittää kuinka paljon tai kuinka usein jokin asia ilmenee. Määrällisessä tutkimuksessa pyritään selittämään, kuvaamaan, kartoittamaan, vertailemaan tai ennustamaan asioita, ominaisuuksia, kokemuksia tai ilmiöitä. (Vilka 2021, 14) Tutkimuksessani määrällinen tutkimusote näkyi harjoitusjakson aikaisten sykätietojen, laktaattiarvojen, SRPE arvojen sekä tasotestin tulosten analysoinnissa.

Laadullisen tutkimuksen eli kvalitatiivisen tutkimuksen perustana on Hirsjärven ym. (2007, 157) mukaan todellisen elämän kuvaaminen ja kohteen laaja-alainen tutkiminen. Laadullisen tutkimuksen tavoitteena on ymmärtää tutkittavien henkilöiden omakohtaisia merkityksiä (Vilka 2021, 11). Laadullisessa tutkimuksessa suositaan metodeja, joissa tutkittavien henkilöiden näkökulmat tulevat esille ja tutkimuksen tapauksia tutkitaan ainutlaatuisina (Hirsjärvi ym. 2007, 160). Laadullista tutkimusmenetelmää käytettiin tutkimuksessani koehenkilölle annetun avoimen kyselylomakkeen muodossa. Lisäksi koehenkilö on kirjannut tutkimusjakson aikana kokemuksiaan harjoituspäiväkirjaan.

4.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia BFR-menetelmän hyödyntämistä juoksuharjoittelussa. Tarkoituksena on testata, tutkia ja analysoida koehenkilön juoksun suorituskyvyn kehitystä tutkimusjaksolla. Lisäksi selvitetään, millaisia tuntemuksia koehenkilö kokee BFR-mansetteja käyttäessään.

Tutkimuskysymykseni ovat:

1. Miten BFR-menetelmän hyödyntäminen juoksuharjoittelun aikana vaikuttaa koehenkilön juoksun suorituskykyyn?
 - a) Miten koehenkilön maksimaalinen juoksuvauhti kehittyy tasotestissä?
 - b) Miten BFR-menetelmän hyödyntäminen vaikuttaa koehenkilön juoksuharjoittelun aikaiseen sykkeeseen?
 - c) Miten BFR-menetelmän hyödyntäminen juoksuharjoittelun aikana vaikuttaa koehenkilön veren laktaattipitoisuuteen?
2. Minkälaisia tuntemuksia koehenkilö kokee käyttäessään BFR-menetelmää?

4.3 Intervention toteutus

Tutkimuksen koehenkilönä toimi perusterve 35-vuotias mies. Koehenkilö valikoitui tutkimukseen tutkijan lähipiiristä. Ennen tutkimuksen aloittamista koehenkilö antoi kirjallisen suostumuksensa tutkimukseen osallistumiseen (Liite 3.). Suostumuskirjeen yhteydessä koehenkilöä on informoitu BFR-harjoittelun kontraindikaatioista.

Tutkimus aloitettiin juoksijan tasotestillä, joka toteutettiin kymmenen päivää ennen ensimmäistä harjoitusta. Tasotesti suoritettiin syyskuussa 2023. Tasotesti toteutettiin yleisurheilukentällä juoksemalla nousevalla vauhdilla kuusi kertaa 1000 metriä. Ennen tasotestiä koehenkilö suoritti kymmenen minuutin alkulämmittelyn juosten. Koehenkilön tasotestin aloitusvauhti arvioitiin hänen kertoman aikaisemman harjoitushistorian perusteella. Kuormitusportaot määriteltiin

Jääskeläisen (2019, 186) mukaan siten, että syketaso nousee noin kymmenen pykälää siirryttäessä seuraavalle kuormitusportaalle. Tutkimusinterventio päättyi toiseen juoksijan tasotestiin, joka toteutettiin samalla tavalla kuin ensimmäinen tasotesti. Toinen tasotesti suoritettiin kuusi päivää viimeisen harjoituksen jälkeen marraskuussa 2023.

Tutkimusintervention harjoitusohjelmaan suunniteltiin 15 harjoitusta viiden viikon ajanjaksolle. Juoksuharjoituksia oli suunniteltu kolme jokaiselle viikolle. Kaikki harjoitukset toteutettiin samalla juoksumatolla (bodytone). Koehenkilön yksittäisen harjoituksen sisältö oli samanlainen jokaisella harjoituskerralla. Harjoitus sisälsi kolme kertaa viiden minuutin (3 x 5 min) juoksuintervallin BFR-menetelmää hyödyntäen 7:30 min/km -juoksuvauhdilla. Harjoitusvauhti määräytyi tasotestin tuloksen mukaan. Harjoitusvauhti oli koehenkilölle tasotestin perusteella peruskestävyysalueen vauhtia. Intervallien välissä oli viiden minuutin palautusaika ilman BFR-mansetteja.

Koehenkilö käytti tutkimuksessa MyCuffs-merkkisiä BFR-mansetteja (Kuva 1.), joiden leveys oli 12 cm. Mansettien paineen määrittäminen koehenkilölle tapahtui verenpainemittauksen perusteella laskukaavalla 1.3 kertaa systolinen verenpaine. Koehenkilön mansettien paineeksi muodostui kyseisellä laskukaavalla 160 mmHG ja samaa painetta käytettiin jokaisessa harjoituksessa. Mansettien paineen määrittämisessä ja harjoitusprotokollan suunnittelussa on hyödynnetty Chen ym. (2021) tutkimusta. Koehenkilölle opastettiin BFR-mansettien käyttö ennen harjoittelun aloittamista.



Kuva 1. BFR-mansetit (Jänkälä 2024).

4.4 Aineiston keruu

Tasotestien yhteydessä koehenkilöltä mitattiin juoksuvauhtia, sykettä sekä veren laktaattipitoisuutta. Harjoitusjakson aikana koehenkilöltä kerättiin laktaattinäytteitä, syketietoja, koetun kuormituksen (SRPE) arvioita sekä harjoituspäiväkirja merkintöjä. Harjoitusjakson jälkeen koehenkilö täytti avoimen Google Forms -kyselylomakkeen (Liite 2.)

Syketietoja kerättiin koehenkilöltä Polar Grit X Pro-urheilukellolla (Kuva 2.), jonka optisessa sykesensorissa hyödynnetään fuusiotekniikkaa (Polar 2022, 38). Kellossa käytetyn sykemittausteknologian tarkkuus on todettu olevan hyväksyttävällä tasolla (Gilgen-Ammann & Schweizer 2019). Tasotestin aikana syketiedot kirjattiin alkulämmittelyn sekä jokaisen 1000 metrin juoksuvedon jälkeen. Harjoitustiedot tallennettiin Polar Flow -sovellukseen, jonne koehenkilö merkitsi kokemansa harjoituksen kuormittavuuden (SRPE), kommentteja harjoituksesta sekä juoksuvelojen aikaiset keski- ja maksimisykkeet.



Kuva 2. Polar Grit X Pro (Jänkälä 2024).

Veren laktaattipitoisuus mitattiin koehenkilön sormenpäätä tasotestien aikana jokaisen 1000 metrin juoksuvedon jälkeen. Lisäksi laktaattipitoisuus mitattiin alkulämmittelyn jälkeen ja seitsemän minuuttia viimeisen 1000 metrin juoksuvedon jälkeen. Koehenkilölle opetettiin laktaattinäytteen ottaminen itsenäisesti ennen harjoitusjakson alkua. Harjoitusjakson aikana koehenkilö otti laktaattinäytteet ensimmäisen, viidennen ja kahdennentoista harjoituksen yhteydessä. Laktaattinäytteet otettiin Lactate Plus -laktaattimittarilla (Kuva 3.), jonka tarkkuus on valmistajan mukaan 97 % ja mittaustulos saadaan 13 sekunnissa (Sharkmedical).



Kuva 3. Lactate Plus -laktaatinmittaus välineistö (Jänkälä 2023).

Kokemuksia BFR-menetelmän hyödyntämisestä juoksuharjoittelussa selvitettiin avoimella kyselylomakkeella. Google Forms -kyselylomake (Liite 2.) lähetettiin tutkimusintervention jälkeen koehenkilölle sähköpostitse. Avointen kysymysten avulla on mahdollista saada selville koehenkilön kokemukset perusteellisesti (Valli 2010, 126).

4.5 Tulosten analysointi

Hirsjärven ym. (2007) mukaan aineiston analyysi, tulkinta ja johtopäätösten teko on keskeistä tutkimuksen teossa. Analyysiä tehtäessä tutkija saa vastauksia tutkimuksen ongelmiin. (Hirsjärvi ym. 2007, 216)

Määrällisellä analyysillä pyritään kuvaamaan numeroiden avulla muuttujien arvoja ja niiden vaihteluja (Vilka 2021, 101). Tutkimuksen määrällinen aineisto (juoksuvauhti, syke, laktaatti ja SRPE) on siirretty Polar Flow -sovelluksesta manuaalisesti Excel-taulukkolaskentaohjelmaan. Excel -ohjelmalla suoritettua analyysin avulla pyrittiin selvittämään mahdollisia muutoksia harjoittelun aikana ja taustotien välillä. Muutoksia on pyritty havainnollistamaan erilaisilla pylväs- ja viivakaavioilla.

Laadullisen tutkimusaineiston jäsentelyssä on käytetty apuna sisällönanalyysia. Sisällönanalyysin tavoitteena on järjestää tutkimusaineisto selkeään ja tiiviiseen muotoon menettämättä sen sisältöä. Laadullisessa aineistossa analyysillä pyritään lisäämään asian tietoarvoa ja luomaan aineistosta selkeää ja yhtenäistä tietoa tutkittavasta ilmiöstä. (Burns & Grove 1998; Strauss & Cobin 1998, Tuomen & Sarajärven 2017, 4.4.2, mukaan)

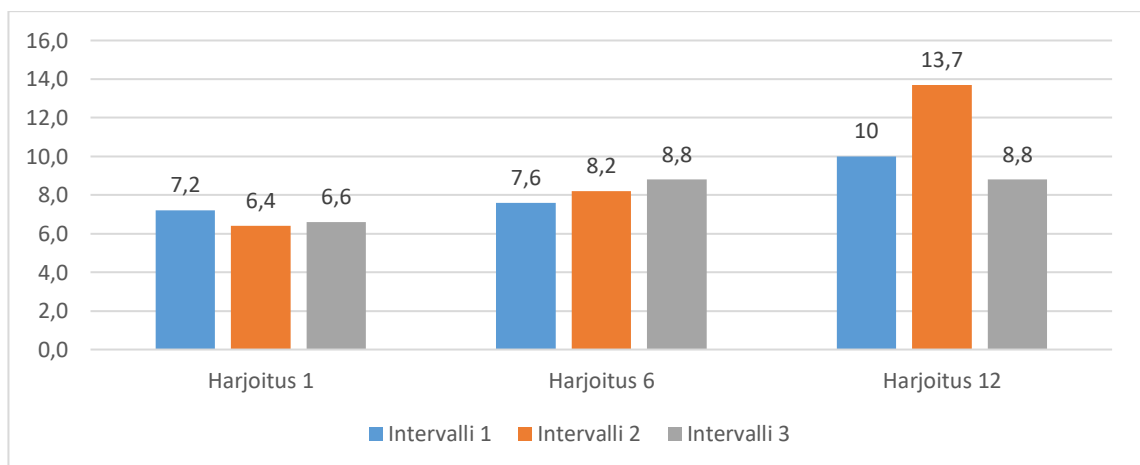
5 TUTKIMUKSEN TULOKSET

5.1 Määrälliset tutkimustulokset

Harjoitusjakso oli suunniteltu viidentoista harjoituksen mittaiseksi. Koehenkilö joutui jättämään neljännen harjoituksen välistä alaraajoihin kohdistuneen oireilun vuoksi, joka aiheutui BFR-manseteista. Lisäksi harjoitusjakson viidestoista harjoitus jouduttiin keskeyttämään toisen harjoitusintervallin jälkeen, välinerikon vuoksi. Tämän vuoksi tuloksia esiteltäessä, osa harjoitustiedoista puuttuu.

5.1.1 Harjoitusten aikainen laktaatti

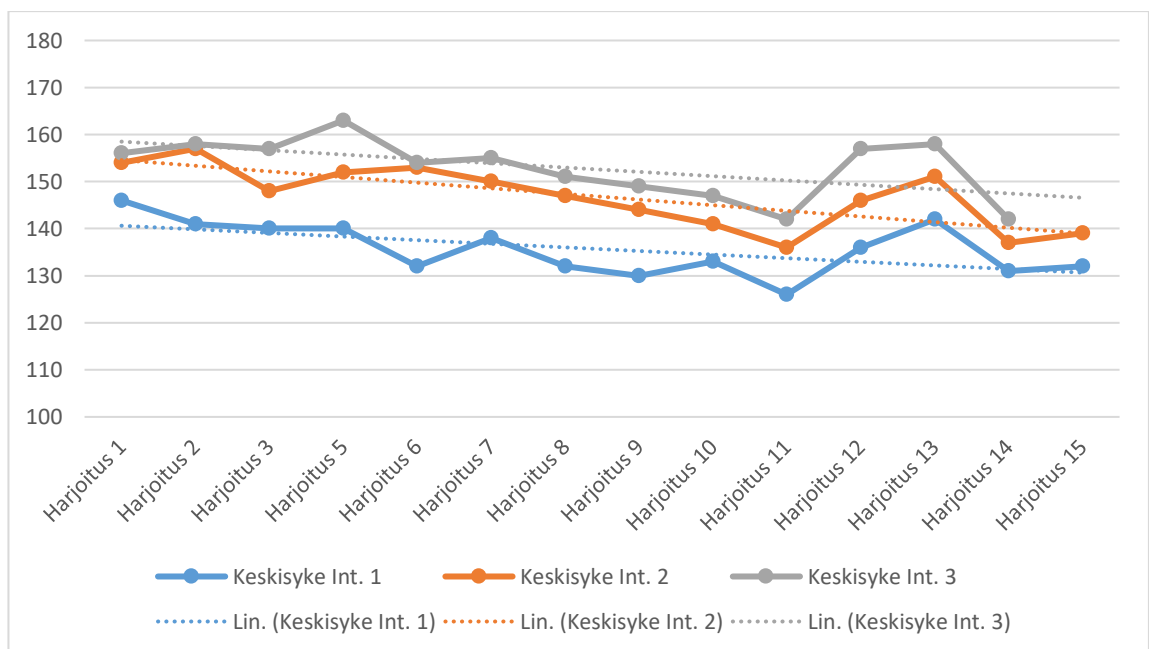
Koehenkilö otti harjoitusjakson aikana kolmessa harjoituksessa laktaattinäytteet. Ensimmäisessä harjoituksessa mitatut laktaattiarvot juoksuintervallien jälkeen olivat: 7,2, 6,4 ja 6,6 mmol/l (Kaavio 1.). Ensimmäisen harjoituksen intervallien laktaattien keskiarvoksi muodostui 6,7 mmol/l. Kuudennessa harjoituksessa mitatut laktaattiarvot olivat: 7,6, 8,2 ja 8,8 mmol/l. Kuudennen harjoituksen intervallien laktaattien keskiarvo oli 8,2 mmol/l. Kolmannen kerran laktaattinäytteet otettiin kahdennessatoista harjoituksessa, laktaattiarvojen ollessa: 10, 13,7 ja 8,8 mmol/l. Näiden intervallien laktaattinäytteiden keskiarvoksi muodostui 10,8 mmol/l. Harjoitusjakson aikana havaittiin laktaattitasojen nousua harjoitusten välillä. Harjoitusintervallien välillä ei havaittu selvää nousua harjoituksen edetessä, vaan jokaisen harjoituksen laktaattiprofili oli erilainen.



Kaavio 1. Harjoitusten aikaiset laktaattiarvot.

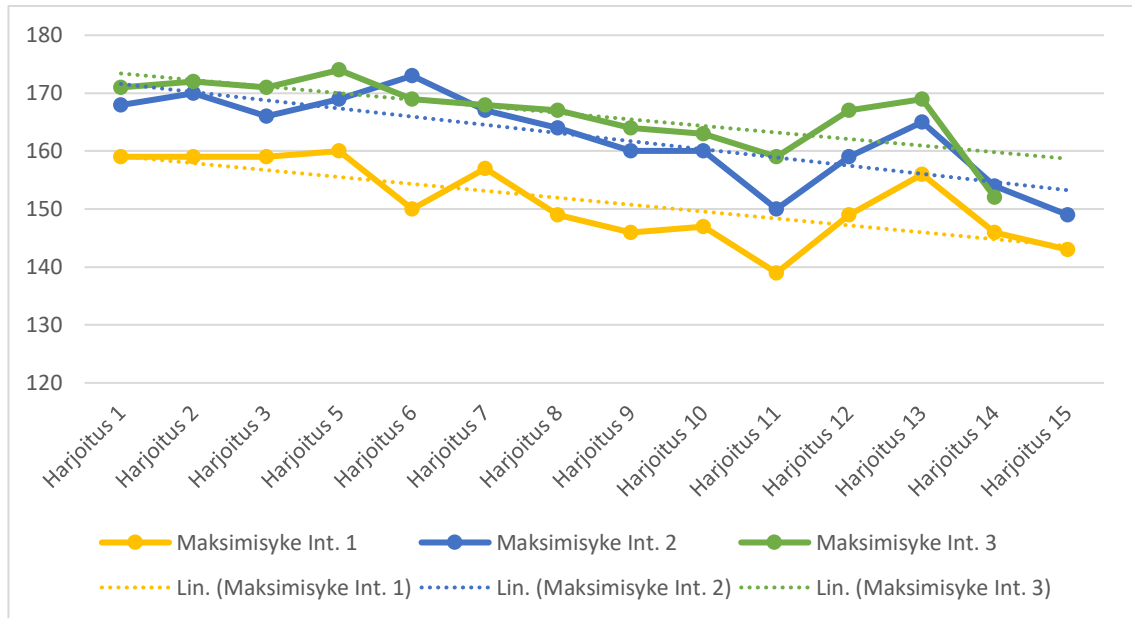
5.1.2 Harjoitusten aikainen syke

Harjoitusjakson aikana seurattiin koehenkilön keski- ja maksimisykkeitä harjoituksissa. Koehenkilön harjoitusintervallien keskisykkeet vaihtelivat 126–163 välillä (Kaavio 2.). Juoksuintervallien keskisykkeet nousivat harjoituksen aikana, vaikka juoksuvauhti ja BFR-mansettien paine pysyivät samana kaikissa intervaleissa. Kaikkien harjoitusten ensimmäisen intervallin keskisykkeen keskiarvoksi muodostui 136. Harjoitusten toisen intervallin keskisykkeen keskiarvo oli 147 ja kolmannen intervallin keskisykkeen keskiarvo oli 153. Keskisykkeissä oli havaittavissa laskua harjoitusjakson aikana. Alhaisimmat keskisykkeet olivat harjoituksessa 11.



Kaavio 2. Harjoitusintervallien keskisykkeiden muutos.

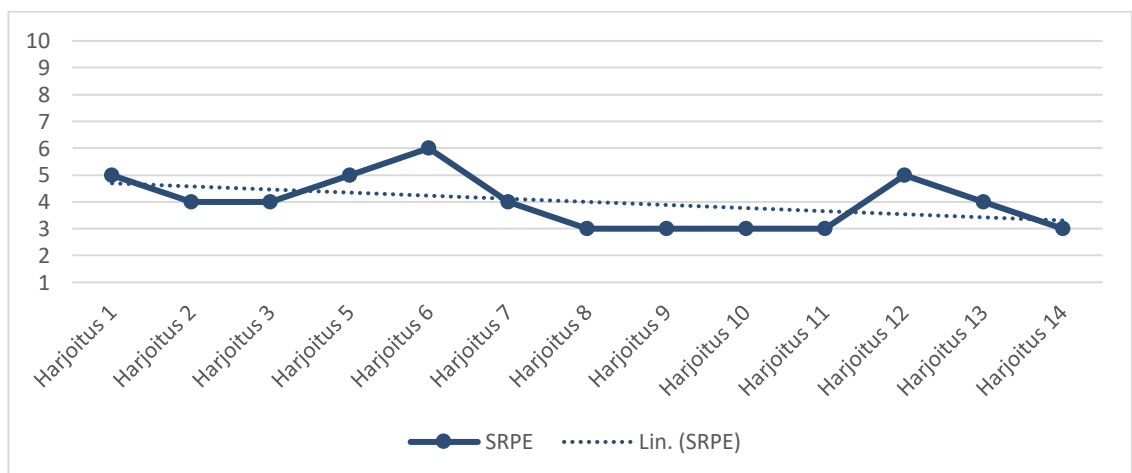
Koehenkilön harjoitusintervallien maksimisykkeet vaihtelivat 139–174 välillä (Kaavio 3.). Harjoitusjakson harjoitusten ensimmäisten intervallien maksimisykkeen keskiarvoksi muodostui 151, toisten intervallien 162 ja kolmansien 167. Juoksuintervallien aikaiset maksimisykkeet nousivat harjoitusten edetessä. Harjoitusjakson aikana maksimisykkeissä oli havaittavissa laskua. Alhaisimmat maksimisykkeet olivat harjoituksessa 11.



Kaavio 3. Harjoitusintervallien maksimisykkeiden muutos.

5.1.3 Harjoitusten koettu kuormittavuus - SRPE

Tutkimusjaksolla koehenkilön koettu harjoittelun kuormittavuus (SRPE) vaihteli kolmen (kohtalainen) ja kuuden (kova) välillä (Kaavio 4.). Kolmentoista harjoituskerran SRPE keskiarvo oli 4,0 (hieman kova). Harjoitusten 8 ja 11 välillä koehenkilön koettu kuormittavuus oli alhaisimmillaan 3,0 (kohtalainen). Harjoituksissa 1, 6 ja 12, joissa koehenkilö mittasi laktaattiarvojaan, SRPE arvo oli korkeampi kuin edeltävissä ja seuraavissa harjoituksissa. Tutkimusjakson aikaisessa koetussa kuormituksessa oli havaittavissa lineaarista laskua.



Kaavio 4. Harjoitusintervallien SRPE muutos.

5.1.4 Tasotestin tulokset

Koehenkilön ensimmäisessä tasotestissä (Taulukko 2.) ensimmäistä kuormitusporrasta edeltävä lepolaktaatti oli 1,5 mmol/l ja syke 85 lyöntiä minuutissa. Toisessa tasotestissä (Taulukko 3.) vastaavat lukemat olivat 2,4 mmol/l ja 80 lyöntiä minuutissa. Koehenkilön maksimisyke oli ensimmäisessä tasotestissä 191 ja toisessa 194. Korkeimmaksi laktaattiarvoksi ensimmäisessä tasotestissä mitattiin 16,3 mmol/l ja toisessa testissä 13,7 mmol/l. Seitsemän minuutin palautusajan jälkeen ensimmäisessä tasotestissä laktaattiarvo laski 12,6 mmol/l:iin, mutta toisessa tasotestissä laktaattiarvo jatkoi nousuaan 16,0 mmol/l:iin. Ensimmäisessä tasotestissä viimeisen 1000 metrin kilometrivauhti oli neljä minuuttia ja 36 sekuntia (4:36), toisessa testissä kilometrivauhti oli neljä minuuttia ja 13 sekuntia (4:13).

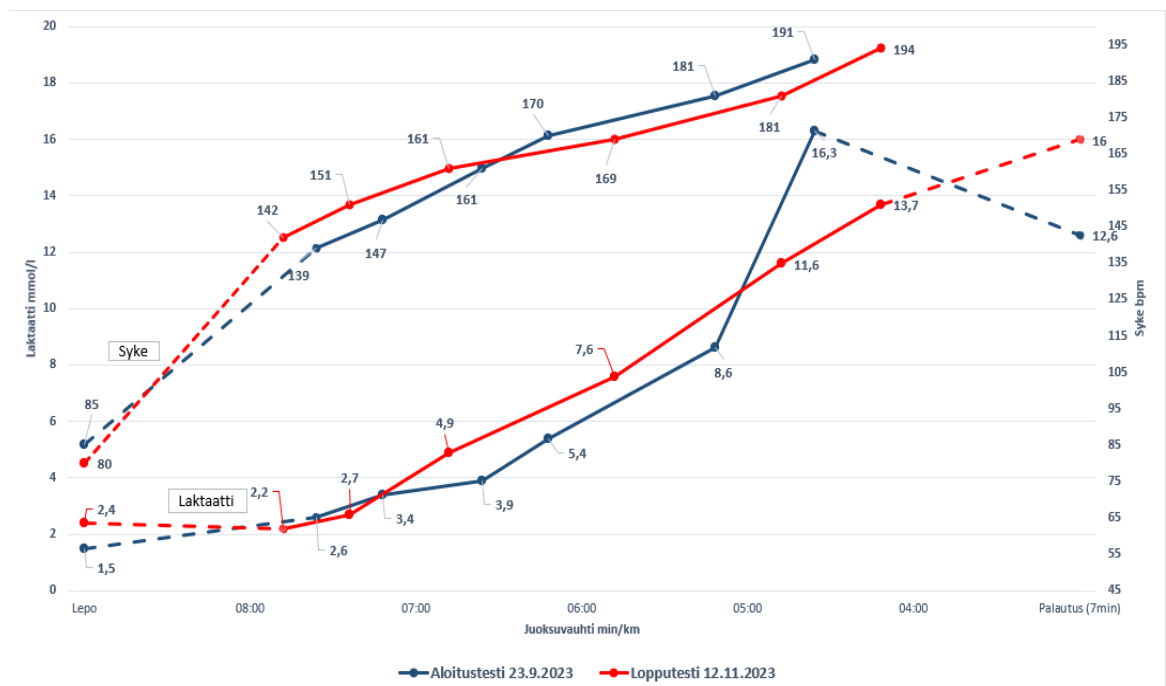
Ensimmäinen tasotesti 23.9.2023				
	Vauhti (min/km)	Syke (krt/min)	Laktaatti (mmol/l)	Matka (m)
Lepo		85	1,5	
	7:30	139	2,6	1000
	7:15	147	3,4	1000
	6:36	161	3,9	1000
	6:02	170	5,4	1000
	5:25	181	8,6	1000
	4:36	191	16,3	1000
Palautus (7min)			12,6	

Taulukko 2. Ensimmäisen tasotestin muuttujat.

Toinen tasotesti 12.11.2023				
	Vauhti (min/km)	Syke (krt/min)	Laktaatti (mmol/l)	Matka (m)
Lepo		80	2,4	
	7:33	142	2,2	1000
	7:16	151	2,7	1000
	6:33	161	4,9	1000
	5:52	169	7,6	1000
	5:05	181	11,6	1000
	4:13	194	13,7	1000
Palautus (7min)			16	

Taulukko 3. Toisen tasotestin muuttujat.

Sykkeessä ei havaittu merkittäviä eroja tasotestien välillä (Kaavio 5.). Toisessa tasotestissä ensimmäistä kuormitusporrasta edeltävä laktaatti oli 0,9 mmol/l korkeampi kuin ensimmäisessä tasotestissä. Toisessa tasotestissä kolmannen, neljännen ja viidennen kuormitusportaan laktaattiarvot olivat korkeammat kuin ensimmäisessä tasotestissä. Viimeisen maksimaalisen 1000 metrin juoksuvedon jälkeinen laktaattiarvo oli toisessa testissä 2,7 mmol/l matalampi kuin ensimmäisessä testissä, vaikka juoksuvauhti oli kovempi. Ensimmäisessä tasotestissä laktaattiarvo laski seitsemän minuutin palautusjakson aikana 3,7 mmol/l:a. Toisessa tasotestissä laktaattiarvo jatkoi nousuaan 2,3 mmol/l:a.



Kaavio 5. Tasotestin muutokset syke- ja laktaattiarvoissa.

Koehenkilön tasotestin (Taulukko 4.) maksimaalisen 1000 metrin juoksuvedon aika parani toisessa testissä 23 sekuntia eli 8,3 % verrattuna ensimmäiseen testiin. Arvioitu maksimaalinen hapenotto (0,2 x juoksuvauhti m/min) + 3,5) (ACSM, 2000) oli ensimmäisessä testissä 47,0 ml/kg/min ja toisessa 50,9 ml/kg/min.

Muuttuja	23.9.2023	12.11.2023	Muutos
Aika	04:36	04:13	-8,3%
Laktaatti	16,3	13,7	-16,0%
Maksimisyke	191	194	1,6%

Taulukko 4. Tasotestien viimeisen maksimaalisen 1000 metrin muutokset.

5.2 Laadulliset tutkimustulokset

Laadullista tutkimusaineistoa kerättiin harjoituspäiväkirjan ja kyselylomakkeen avulla. Harjoituspäiväkirjan (Liite 1.) merkintöjen avulla oli tarkoitus saada tietoa koehenkilön tuntemuksista heti harjoituksen jälkeen. Kyselylomakkeen (Liite 2.) tarkoituksena oli selvittää koehenkilön kokemuksia harjoittelusta tutkimuksen päätyttyä. Sisällönanalyysin avulla aineisto on jäsennelty kahteen kokonaisuuteen: tuntemukset harjoittelun aikana ja kokemukset harjoittelusta.

5.2.1 Tuntemukset harjoittelun aikana

Koehenkilö kuvasi harjoituspäiväkirjassa ja kyselylomakkeessa harjoitusjakson aikana kokemiaan fyysisiä tuntemuksia. Esiin nousivat jalkoihin kohdistuva ”hapotuksen” tunne, hengitys, alaraajojen puutuminen, särky sekä turvotus.

Koehenkilö koki kyselylomakkeen mukaan harjoittelun alkuvaiheessa BFR-mansettien käytön epämiellyttäväksi ja alaraajojen ”hapotuksen” tunne oli voimakasta. Harjoitusjakson edetessä koehenkilö ei kokenut harjoittelua enää niin epämiellyttäväksi. Harjoituspäiväkirjassa koehenkilö kuvailee ensimmäisten kuuden harjoituksen aikana kokevansa ”hapotuksen” tunnetta jaloissa:

”Harjoittelujakson alussa ”hapotuksen” tunne jaloissa oli vahvaa ja paheni ensimmäisestä vedosta viimeiseen. Kun harjoitteluun tottui viikko viikolta, niin mansettien paine ei tuntunut enää niin epämiellyttävältä ja ”hapotuksen” tunne juoksun aikana oli lievempi.”

Ensimmäisessä tasotestissä koehenkilön jalkojen ”hapotuksen” tunne oli kovaa. Toisessa tasotestissä koehenkilö koki, että hän pystyi juoksemaan kovempaa vauhtia ilman epämiellyttävää tunnetta jaloissa:

”Selvimmän eron huomasi testien välillä jalkojen tuntemuksissa. Ensimmäisessä testissä jalkojen ”hapotus” oli vahvaa, kun taas toisessa testissä koin, että pystyin juoksemaan kovempaa ilman, että jaloissa tuntui pahalta.”

Juoksuharjoittelu BFR-manseteilla ei kyselylomakkeen vastauksen mukaan kuormittanut hengitystä. Koehenkilö koki, että BFR-manseteilla harjoittelu ei lievittänyt hengästymisen tunnetta toisessa tasotestissä. Myös harjoituspäiväkirjassa koehenkilö kuvailee hengittämisen harjoittelun aikana ”helpoksi”:

”Hengityksen puolesta harjoittelu oli helppoa, vaikka syke ja laktaatti nousivatkin vetojen loppupuolella melko korkeiksi.”

”Hengityksessä en huomannut testeissä suurta eroa, vaan koin, että toisessa testissä nimenomaan hengitys oli rajoittava tekijä sille, etten pystynyt juoksemaan kovempaa.”

Harjoitusjakson alkuvaiheessa koehenkilö joutui käymään lääkärin vastaanotolla jalkojen puutumisen ja turvotuksen vuoksi. Harjoituspäiväkirjan mukaan harjoitus 4 jätettiin välistä. Lääkärintarkastuksen jälkeen koehenkilö sai luvan jatkaa tutkimusta.

”Alkuun tuntui, että jalat kipeytyivät ja turposivat harjoittelun jälkeen, lisäksi koin lievää pistelyä/puutumista harjoitusten jälkeen.”

”Oireilu loppui muutaman viikon harjoittelun jälkeen ja jalkojen turvotukseen auttoi jalkojen nostaminen koholleen.”

5.2.2 Kokemukset harjoittelusta

Harjoituspäiväkirjamerkinnoissa sekä kyselylomakkeen vastauksissa tuli esille myös koehenkilön erilaisia kokemuksia harjoitusprosessista. Koehenkilön kokemukset liittyivät harjoittelun kuormittavuuteen, harjoittelusta palautumiseen, harjoitusohjelman toteuttamiseen sekä harjoittelun tehokkuuteen.

Kokemukset BFR-menetelmällä harjoittelusta vaihtelivat harjoitusjakson aikana. Harjoituspäiväkirjan mukaan harjoitusjakson alussa harjoittelua kuvailtiin kuormittavammaksi kuin harjoitusjakson loppupuolella ja tiivis harjoittelutahti aiheutti väsymystä. Harjoitukset 7–11 koehenkilö koki ”helpoiksi”, mutta toisaalta

harjoitusten 12 ja 13 aikana koehenkilö koki olevansa väsynyt. Kyselylomakkeella on mainittu harjoittelun helpottuneen harjoitusjakson edetessä:

”Joka toinen päivä treenatessa palautuminen ei ollut täydellistä ja saatoin tuntea väsymystä jo ennen harjoituksen alkua. Useamman lepopäivän jälkeen olotila treeniin lähdeettäessä oli virkeämpi.”

”Harjoittelujakson lopussa oli treenejä, jotka tuntuivat suorastaan helpoilta verrattuna ensimmäisiin harjoituksiin.”

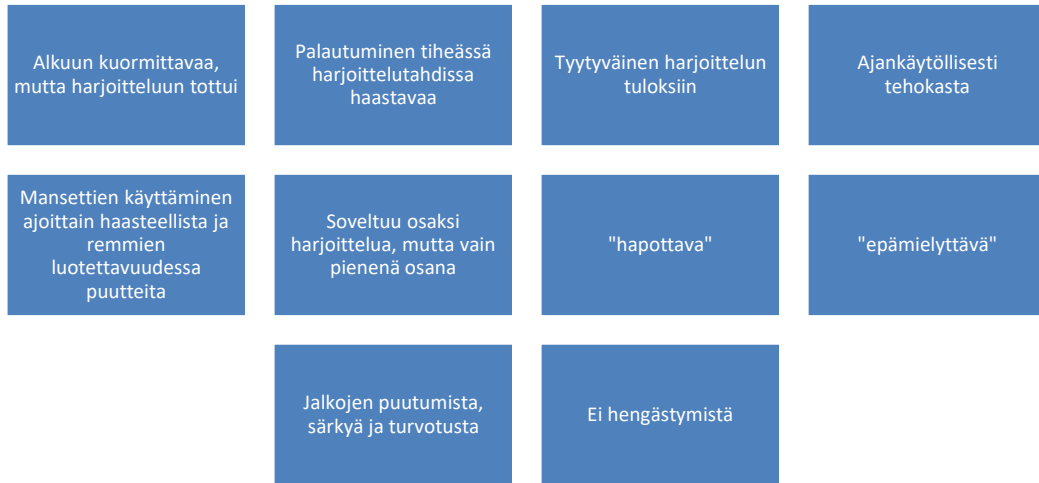
Koehenkilö koki BFR-mansettien käytössä haasteita. Harjoitusjakson viimeinen harjoitus jouduttiin keskeyttämään toisen BFR-mansetin rikkoonnuttua. Harjoituspäiväkirjassa on mainittu ongelmia kolmessa harjoituksessa:

”Remmien käyttö oli ajoittain haasteellista harjoittelun aikana ja pumppumeکانismi, jolla remmejä täytetään tempuili harjoitusjakson loppupuolella.”

Koehenkilö ei kokenut harjoittelua aikaavieväksi ja viikon kokonaisharjoittelumäärää koehenkilö piti maltillisena. Koehenkilö pohti kyselylomakkeella, olisiko harjoittelua pitänyt vaikeuttaa harjoitusjakson edetessä, kun harjoittelu alkoi tuntua hänestä helpolta. Koehenkilö oli positiivisesti yllätynyt tasotestin kehityksestä ja kokonaisuudessaan tyytyväinen harjoittelun tuloksiin. Koehenkilö kuvaili voidensa harkita BFR-harjoitusmenetelmän hyödyntämistä tulevaisuudessa, mutta vain pienenä lisänä perinteistä kestävyysharjoittelua:

”Ajankäytöllisesti treenaaminen oli tehokasta, koska yksittäinen harjoitus oli lyhyt ja treeniin käytetty kokonaisaika viikossa erittäin maltillinen.”

”...tyytyväinen saavuttamaani kehitykseen harjoitusjakson aikana.”



Kuvio 1. Yhteenveto kokemuksista ja tuntemuksista harjoitusjakson aikana.

6 POHDINTA

Tutkimukseni keskeisinä tavoitteina oli tutkia BFR-menetelmän hyödynnettävyyttä juoksuharjoittelussa sekä selvittää koehenkilön tuntemuksia BFR-menetelmän käyttämisestä juoksuharjoittelun aikana. Tässä tutkimuksessa saatiin selvitettyä koehenkilön juoksun suorituskykyyn ja fysiologisiin muuttujiin liittyviä tekijöitä sekä kokemuksia ja tuntemuksia BFR-juoksuharjoittelusta. Voidaan todeta, että tutkimukselle asetetut tavoitteet täyttyivät. Tutkimuksen tuloksia tulkittaessa on muistettava, että tutkimukseni on tapaustutkimus, joten tulosten yleistettävyys ei ole tavoiteltavaa tai mahdollista (Kananen 2013, 54; Hirsjärvi ym. 2007, 130–131).

BFR-harjoittelun on tutkimuksissa havaittu aiheuttavan metabolista ja oksidatiivista stressiä (Ferguson ym. 2021), joten korkea veren laktaattipitoisuus harjoittelun aikana on ymmärrettävää. Harjoittelun aikana koehenkilö juoksi 7:30 min/km juoksuvauhtia veren laktaattipitoisuuden vaihdellessa intervallien aikana 6,4–13,7 mmol/l välillä. Tasotestien aikana koehenkilön veren laktaattipitoisuus oli vastaavalla juoksuvauhdilla 2,6 mmol/l ja 2,2 mmol/l. BFR-menetelmä nosti koehenkilön veren laktaattipitoisuuden, jopa kuusi kertaa suuremmaksi kuin tasotestin aikana, vaikka juoksuvauhti oli sama. Myös Conceição ym. (2018) ovat havainneet BFR-menetelmän yhdistämisen matalatehoiseen aerobiseen pyöräilyharjoitteluun nostavan veren laktaattipitoisuutta, mutta nousu oli tutkimuksessa huomattavasti maltillisempaa. Voidaankin pohtia, oliko koehenkilön juoksuvauhti harjoituksissa liian korkea, jotta se voidaan edelleen katsoa olevan matalatehoista harjoittelua. Koehenkilön veren laktaattipitoisuus oli suurempi harjoitusjakson edetessä. On mahdollista, että koehenkilön laktaatintuottokyky kehittyi harjoitusjakson aikana, mutta laktaatinpoistokyky ei. Tämä saattoi johtua siitä, että harjoittelu tapahtui kokonaisuudessaan suurilla veren laktaattipitoisuuksilla. Olisiko koehenkilön kehittyminen harjoitusjakson aikana ollut erilaista, mikäli harjoitusvauhti olisi ollut maltillisempi?

Koehenkilöltä mitattu lepolaktaatti oli merkittävästi (1,5–2,4 mmol/l) korkeampi toisessa tasotestissä harjoitusjakson jälkeen. Tämä saattaa johtua harjoittelun aiheuttamasta harjoituskuormasta ja väsymyksestä. Lisäksi koehenkilön

laktaatinpoistokyky oli heikompi toisessa tasotestissä, ja veren laktaattipitoisuus jatkoi nousuaan seitsemän minuuttia tasotestin suorittamisen jälkeen.

Koehenkilön harjoittelun aikana kirjaamissa kuormittavuuden arvioinneissa (SRPE) havaittiin laskua harjoitusjakson aikana, vaikka keskimääräiset laktaattitasot nousivat harjoitusjaksolla. Tämä voi johtua siitä, että koehenkilö tottui BFR-mansettien käyttöön ja laktaatintuotokyky kehittyi harjoittelun aikana. Lisäksi on huomionarvoista, että harjoituksissa, joissa laktaatti mitattiin, koehenkilö oli kirjannut korkeamman SRPE-lukeman kuin edeltävässä tai seuraavassa harjoituksessa. Koehenkilön tieto korkeasta laktaattiarvosta on saattanut vaikuttaa hänen arvioonsa harjoituksen kuormittavuudesta. Vieira ym. (2015) havaitsivat voimaharjoittelua käsittävässä tutkimuksessa BFR-menetelmäharjoittelun koetun kuormittavuuden suuremmaksi kuin perinteisen voimaharjoittelun.

Miller ym. (2021) mukaan BFR-menetelmän käyttäminen harjoittelussa nostaa sykettä enemmän kuin vastaavalla intensiteetillä tehtävä tavanomainen harjoittelu. Ensimmäisen tasotestin perusteella koehenkilön harjoitusjakson intervallien juoksuvauhdiksi määriteltiin 7:30 min/km. Tällä vauhdilla koehenkilö juoksi tasotestissä ilman BFR-menetelmää 139 sykkeellä. Harjoitusintervallien aikaiset keskisykkeet nousivat harjoituksen edetessä jopa 163 lyöntiin, vaikka juoksuvauhti ja BFR-mansettien paine pysyivät samoina koko harjoituksen ajan. Sykkeitä vertailtaessa on kuitenkin hyvä huomioida, että harjoittelu tapahtui juoksumatolla, kun taas tasotesti toteutettiin yleisurheilukentän juoksuradalla.

Koehenkilön juoksuvauhti kehittyi tasotestin maksimaalisen 1000 metrin juoksuvedon perusteella 8,3 % (Taulukko 4.). Myös aiemmissa BFR-menetelmää hyödyntävissä juoksuharjoittelututkimuksissa on havaittu suorituskyvyn kehittymistä (Paton ym. 2017; Amani-Shalamanzari ym. 2019; Chen ym. 2022). Merkittävin kehitys tasotestissä tapahtui kahdella viimeisellä kuormitusportaalla, ja juoksuvauhdit olivat merkittävästi korkeammat samoilla syketasoilla kuin ensimmäisessä testissä. Harjoitusjakson aikana mitatut laktaattiarvot olivat korkeita, ja tämän perusteella voidaan olettaa (Kauranen 2021, 62) koehenkilön anaerobisen energiantuoton kehittyneen enemmän kuin aerobisen energiantuoton. Korkeat laktaattiarvot johtuvat BFR-menetelmästä (Miller ym. 2021), jonka on todettu

aktivoivan nopeita lihassoluja (Rossi, de Freitas, Zanchi, Lira & Cholewa 2018). Koehenkilö toteutti juoksuharjoittelua BFR-manseteilla matalalla 7:30 min/km vauhdilla, joten todennäköisesti juokсутekniikan kehittyminen ei ole ollut suorituskykyä parantava tekijä.

Tarkasteltaessa harjoituksen juoksuvauhtia suhteessa tasotestissä arvioituun maksimaaliseen hapenottokykyyn, harjoitusintervallin hapenkulutus oli n. 64 % maksimaalisesta hapenottokyvystä. Yleisesti tällainen harjoittelu määritellään peruskestävyysharjoitteluksi (Hynynen 2022, 68). BFR-harjoittelun on kuitenkin todettu lisäävän hapenkulutusta aerobisen harjoittelun aikana (Conceição ym. 2018). Sopivan harjoitusintensiteetin löytäminen juoksuharjoitteluun BFR-menetelmää hyödyntäen voi olla haastavaa, koska perinteiset suorituskyky muuttajat kuten hapenkulutus, syke ja laktaatti reagoivat BFR-harjoitteluun eri tavalla kuin perinteiseen harjoitteluun.

Koehenkilön täyttämästä harjoituspäiväkirjasta (Liite 1.) ja kyselyhaastattelusta (Liite 2.) voidaan todeta harjoittelun tuntuneen pääsääntöisesti ”hapottavalta”, mutta hengityksen osalta harjoittelu on tuntunut helpolta. Lisäksi koehenkilö koki BFR-mansettien käytön alkuun epämiellyttäväksi ja hänelle tuli sivuoireita, jotka johtivat lääkärikäyntiin. Koehenkilön mielestä harjoittelu oli ajankäytöllisesti tehokasta ja hän oli tyytyväinen kehitykseensä harjoittelun aikana. Koe ei kuitenkaan nähnyt itseään toteuttamassa vastaavanlaista harjoitteluohjelmaa tulevaisuudessa samassa mittakaavassa. Tämän perusteella tutkimuksessa käytettyä harjoitusprotokollaa ei mielestäni voi suositella aloittelevalle kuntoilijalle. Koehenkilön tuntemukset harjoittelusta olisivat mahdollisesti olleet erilaisia, mikäli harjoitusohjelma olisi ollut toisenlainen. Harjoitusjakson pituutta lyhentämällä tai viikoittaisten harjoituskertojen määrää vähentämällä, mahdollistaen pidemmän palautumisajan, koehenkilön tuntemukset olisivat voineet olla erilaisia. Lisäksi erilainen BFR-mansettien paine tai harjoitusintervallin pituus olisi voinut vaikuttaa koehenkilön tuntemuksiin harjoitusjakson aikana. Toisaalta, jos harjoittelua olisi jottenkin kevennetty, eivät koehenkilön kokemat harjoittelun hyödyt olisi välttämättä olleet yhtä positiivisia.

Tapaustutkimukseni perusteella BFR-menetelmän hyödyntäminen juoksuharjoittelussa soveltuu parhaiten kokeneemmille juoksuharrastajille. Kokeneemmillä juoksijoilla peruskestävyyden taso on riittävän korkealla, jotta harjoittelu voidaan varmasti toteuttaa juosten, ilman että harjoitustehot nousevat juoksijalle liian korkeiksi. Kynnys BFR-harjoittelun aloittamiselle juosten on suhteellisen suuri ja korkeat laktaattitasot asettavat haasteita harjoittelun läpivientiin sekä harjoituksesta palautumiseen. Koehenkilön kuntotaso tutkimukseen osallistuttaessa oli suhteellisen matala verrattuna paljon kestävyysharjoittelua harrastaneeseen juoksijaan. Tämän vuoksi ei voida varmuudella sanoa, hyötyisikö paremman kuntotason omaava juoksija samalla tavalla vastaavanlaisesta harjoitusinterventiosta. Kokeelle juoksijalle BFR-menetelmän hyödyntäminen voisi mahdollisesti tarjota harjoitteluärsykkeen vaihtelua perusharjoitteluun. BFR-menetelmän mahdollistama alhaisempi harjoittelun teho voisi olla varteenotettava vaihtoehto vähentää harjoituksen iskutuksen määrää tai olla osana juoksijan vammasta kuntoutumista.

Aiemmissä tutkimuksissa on todettu BFR-menetelmän hyödyt kestävyysharjoittelun yhteydessä (Chen ym. 2022; Amani-Shalamanzari ym. 2019; Paton ym. 2017; Formiga ym. 2020). Tapaustutkimukseni koehenkilön suorituskyvyssä juoksussa havaittiin positiivisia muutoksia, joten näenkin aiheelliseksi jatkotutkimuksen tekemisen aihealueesta. Tulevaisuudessa suurempien tutkimusryhmien vertailevaa tutkimusta aiheesta olisi tarpeellista tehdä, jotta BFR-menetelmän hyödyt juoksuharjoittelussa voitaisiin yleistää. BFR-menetelmä ei välttämättä sovellu aloittelijoille, joten tutkimuksien kohderyhmiksi sopisivat paremmin kokeneemmat juoksijat. Lisäksi tutkimusinterventiot tulee muokata kokeneemmille kestävyysurheilijoille soveltuviksi.

6.1 Luotettavuus ja eettisyys

Luotettavuus on keskeinen mittari onnistuneelle opinnäytetyölle. Tutkimusprosessiin kuuluu kokonaisuudessaan erilaisia vaiheita, joissa kaikissa voidaan tehdä merkittäviä virheitä, jotka vaikuttavat tutkimuksen onnistumiseen ja luotettavuuteen. Tutkimuksessa käytetyn tiedon tulee olla laadukasta, ja sitä pitää osata käsitellä oikeilla menetelmillä. (Kananen 2013, 116) Olen valinnut

tutkimuksessani käyttämäni lähteet kriittisesti ja harkintaa käyttäen. Suomalaisessa lähdekirjallisuudessa olen painottanut korkeasti koulutettujen, kokeneiden ja arvostettujen liikunta-alan ammattilaisten kirjallisuutta.

Tutkimuksen luotettavuudesta puhuttaessa nousevat esiin käsitteet ”reliaabelius” eli toistettavuus sekä ”validius” eli pätevyys (Hirsjärvi ym. 2007, 226). Kanasen (2013) mukaan tutkimuksen validiteetti rakentuu suunnitelmasta, johon sisältyy tutkimusongelma, tutkimuskysymykset, tutkimusmenetelmät, käsitteet ja mittarit. Reliabiliteetti rakentuu tutkimuksen toteutuksesta, johon sisältyvät empiria (mittaus) sekä tutkimustulokset. (Kananen 2013, 115) Tutkimuksen päätavoitteena oli saada tietoa BFR-menetelmän hyödynnettävyydestä juoksuharjoittelussa sekä koehenkilön tuntemuksista harjoittelun ja tasotestin aikana. Mielestäni tutkimuskysymysten asettelu ja tutkimusmenetelmien valinta oli tutkimuksessa onnistunut ja valituilla menetelmillä saatiin vastauksia tutkimuskysymyksiin.

Määrällistä tutkimusta käsittelevässä kirjallisuudessa pääpaino on mittauksen luotettavuuden tarkastelussa (Tuomi 2008, 149). Koehenkilön suorituskykyä juoksussa mitattiin tasotestin avulla, joka on yleisesti käytössä oleva suorituskykytesti ja helposti toistettavissa. Tasotestin luotettavuutta olisi lisännyt sen toteuttaminen sisähallissa, yleisurheilukentän juoksuradan sijaan. Tasotestit suoritettiin viileässä syksyisessä kelissä, sääolosuhteiden ollessa samankaltaiset.

Keskeisimmät tutkimuksessani käytetyt tutkimusvälineet on todettu luotettaviksi. Laktaatinmittauksessa käytettiin Lactate Plus -laktaattimittari, jonka tarkkuudeksi on ilmoitettu 97 % (Sharkmedical). Laktaatin mittaus onnistui tutkimusjaksolla ja tasotesteissä luotettavasti, ja saatuja arvoja voidaan pitää totuudenmukaisina. Mikäli laktaatinäytteeseen joutui hikeä tai muuta epäpuhtautta, mittari ilmoitti ”ERR” ja näytteenotto uusittiin. Harjoituksissa ja tasotesteissä hyödynnettiin Polar Grit X Pro -urheilukelloa. Gilden-Ammann & Schweizer (2019) ovat tutkimuksessaan todenneet kellossa olevan sykemittausteknologian tarkkuuden hyväksyttäväksi.

Harjoitteluvälineinä tutkimuksessa käytettiin Bodytonen kaupallisen tason juoksumattoa sekä MyCuffs BFR-mansetteja. Tutkimuksen luotettavuutta ja

toistettavuutta heikensi toisen mansetin rikkoutunut venttiili ja se jouduttiin vaihtamaan uuteen kesken tutkimuksen. Tämän takia yksi harjoitus, ei toteutunut täysin suunnitelman mukaisesti. Lisäksi kahdessa harjoituksessa haasteena oli paineiden pysyminen manseteissa.

Laadullisen tutkimuksen kirjallisuudessa keskitytään erityisesti työn kokonaisluotettavuuteen. Olen laatinut koehenkilölle asetetut haastattelukysymykset niin, että ne auttavat antamaan lisätietoa tutkittavasta aiheesta. (Tuomi 2008, 149–150) Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta parantaa yksityiskohtainen kuvaus sen toteuttamisesta (Hirsjärvi ym. 2007, 227). Laadullisen aineiston keräämistä on kuvailtu tarkasti Aineiston keruu -kappaleessa. Koehenkilön alkuperäiset Google Forms -kyselylomakkeen vastaukset löytyvät kokonaisuudessaan liitteestä 2. Harjoituspäiväkirjan kommentit ovat alkuperäismuodossaan esillä Liitteessä 1.

Tutkimuksen uskottavuuteen kuuluu se, että tutkija noudattaa hyvää tieteellistä käytäntöä. Hyviin tieteellisiin käytäntöihin kuuluvat keskeisesti tavat, joita tutkija käyttää tiedonhankintaansa, omaan toimintaansa tutkimustyössä sekä tutkittavan suoja koskien. (Tuomi 2008, 143, 145) Tutkimukseen osallistuva henkilö on täyttänyt suostumuslomakkeen (Liite 3.) ennen tutkimukseen osallistumistaan. Tutkimukseen osallistuvalla henkilöllä on ollut oikeus keskeyttää tutkimusprosessi missä vaiheessa tahansa. Tutkimukseen osallistuvalla henkilöltä ei ole kerätty mitään ylimääräistä tietoa, joka ei ole tarpeellista tutkimuksen teon kannalta. Tutkimuskohteen anonymiteetti on säilynyt tutkimuksen teon aikana. Koehenkilölle on kerrottu ennen tutkimuksen aloittamista mahdollisista haittavaikutuksista, joita BFR-menetelmän käyttäminen voi aiheuttaa.

LÄHTEET

Abe, T., Fujita, S., Nakajima, T., Sakamaki, M., Ozaki, H., Ogasawara, R., Sugaya, M., Kudo, M., Kurano, M., Yasuda, T., Sato, Y., Ohshima, H., Mukai, C., Ishii, N. 2010. Effects of Low-Intensity Cycle Training with Restricted Leg Blood Flow on Thigh Muscle Volume and VO₂MAX in Young Men. *Journal of Sports Science & Medicine*. September 2010. Viitattu 15.1.2024
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761718/>

ACSM – American College of Sports Medicine. 2000. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6. painos.

Ahde, A., Määttä, R., Tuomikangas, J. 2018. Blood flow restriction – lihasvoimaharjoittelumenetelmä Kirjallisuuskatsaus. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Viitattu 26.2.2024 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/156512/Ahde_Anna%20Maatta_Riina%20Tuomikangas_Janne.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Amani-Shalamzari, S., Rajabi, S., Rajabi, H., Gahreman, D. E., Paton, C., Bayti, M., Rosemann, T., Nikolaidis, P. T., Knechtle, B. 2019. Effects of blood flow restriction and exercise intensity on aerobic, anaerobic, and muscle strength adaptations in physically active collegiate women. *Frontiers in Physiology*. Volume 10, June 2019. Viitattu 21.1.2024
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6607282/>

Bamberg, J., Jokinen, P., Laine, M., 2015. Tapaustutkimuksen taito. *Gaudeamus*.

Barnes, K. R., 2017. Comparisons of Perceived Training Doses in Champion Collegiate-Level Male and Female Cross-country Runners and Coaches over the Course of a Competitive Season. *Sports Medicine*. October 2017. Viitattu 21.1.2024 <https://sportsmedicine-open.springeropen.com/articles/10.1186/s40798-017-0105-0>

Castilla-Lopez, C., Molina-Mula, J., Romero-Franco, N. 2022. Blood flow restriction during training for improving the aerobic capacity and sport performance of trained athletes: A systematic review and meta-analysis. *Journal of*

Exercise Science & Fitness. Volume 20 April 2022. Journal of Exercise Science & Fitness. Viitattu 25.1.2024 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1728869X2200020X?via%3Dihub>

Cerqueira, M. S., Costa, E. C., Oliveira, R. S., Pereira, R., Vieira, W. H. B. 2021. Blood Flow Restriction Training: To Adjust or Not Adjust the Cuff Pressure Over an Intervention Period? *Frontiers in Physiology*. Volume 12 June 2021. Viitattu 27.2.2024 <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2021.678407/full>

Chen., Y-T., Hsieh., Y-Y., Ho., J-Y., Lin., J-C. 2021. Effects of running exercise combined with blood flow restriction on strength and sprint performance. November 2021. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Viitattu 2.10.2023 https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2021/11000/effects_of_running_exercise_combined_with_blood.17.aspx

Chen, Y.-T., Hsieh, Y.-Y., Ho, J.-Y., Ho, C.-C., Lin, T.-Y., Lin, J.-C. 2022. Running interval training combined with blood flow restriction increases maximal running performance and muscular fitness in male runners. June 2022. *Scientific reports*. Viitattu 15.1.2024 <https://www.nature.com/articles/s41598-022-14253-3>

Cognetti, J., Sheean, J., Owens, J. 2022. Blood Flow Restriction Therapy and Its Use for Rehabilitation and Return to Sport: Physiology, Application, and Guidelines for Implementation. *Arthroscopy, Sports Medicine and Rehabilitation*. *Sports Medicine*. Volume 48, January 2022. Viitattu 16.5.2023 <https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-017-0835-7>

Conceição M.S., Gáspari A.F., Ramkrapes A.P.B., Junior E.M.M., Bertuzzi R., Cavaglieri C.R., Chacon-Mikahil M.P.T. 2018. Anaerobic metabolism induces greater total energy expenditure during exercise with blood flow restriction. *PLoS One*. 2018 March. Viitattu 2.2.2024 <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0194776>

Coyne J.O.C., Coutts A.J., Newton R.U., Haff G.G. 2021. The Influence of Mental Fatigue on Sessional Ratings of Perceived Exertion in Elite Open and Closed Skill Sports Athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*.

April 2021. Viitattu 28.2.2024 https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2021/04000/the_influence_of_mental_fatigue_on_sessional.12.aspx

Ermolao, A. Bergamin, M. 2016. Sydän, keuhkot ja verenkierto. Teoksessa. Langinkoski, A., Lappalainen, J. (toim.) Liikuntafysiologian perusteet Johtavien eurooppalaisten asiantuntijoiden yhteisteos fyysisestä suorituskyvystä. Fitra Oy.

Ferguson, R. A., Mitchell, E. A., Taylor, C. W., Bishop, D. J., Christiansen, D. Blood-flow-restricted exercise: Strategies for enhancing muscle adaptation and performance in the endurance-trained athlete. A Publication of The physiological Society. January 2021. Viitattu 6.8.2023 <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1113/EP089280> the endurance-trained athlete. 2021.

Formiga M.F., Fay R., Hutchinson S., Locandro N., Ceballos A., Lesh A., Buscheck J., Meanor J., Owens J.G., Cahalin L.P. 2020. Effect of aerobic exercise training with and without blood flow restriction on aerobic capacity in healthy young adults: A systematic review with meta-analysis. International Journal of Sports Physical Therapy. April 2020. Viitattu 24.2.2024 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7134358/>

Foster, C., Boullosa, D., Mcguigan, M., Fusco, A., Cortis, C., Arney, B. E., Orton, B., Dodge, C., Jaime, S., Radtke, J., Erp, T., Koning, J. J., Bok, D., Rodriguez-Marroyo, J. A., Porcari, J. P. 2021. 25 Years of Session Rating of Perceived Exertion: Historical Perspective and Development. International Journal of Sports Physiology and Performance. Volume, 16. January 2021. Viitattu 21.1.2024 <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsp/16/5/article-p612.xml>

Freitas, E. D. S., Karabulut, M., Bemben, M. G. 2021. The evolution of blood flow restricted exercise. Frontiers in Physiology. Volume 12, December 2021. Viitattu 24.1.2024 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8674694/>

Fusco A., Sustercich W., Edgerton K., Cortis C., Jaime S.J., Mikat R.P., Porcari J.P., Foster C. 2020. Effect of Progressive Fatigue on Session RPE. J Funct Morphol Kinesiol. February 2020. Viitattu 27.2.2024 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7739316/>

- Gilgen-Ammann, R., Schweizer, T. 2019. Validation of Polar Precision Prime™ heart rate measurement at rest and during exercise. CISM Sport Science Abstract Research line: Psychophysiological military fitness and operational readiness.
- Heinonen, O. J. 2005. Liikunnan vaikutus laktaattiarvoihin. Teoksessa. Vuori, I., Taimela, S., Kujala, U. (toim.) Liikuntalääketiede. 3. uudistettu painos 2005. Helsinki. Kustannus Oy Duodecemin, 140–142.
- Held, S., Behringer, M., Donath, L. 2019. Low intensity rowing with blood flow restriction over 5 weeks increases $\dot{V}O_2\text{max}$ in elite rowers: A randomized controlled trial. Journal of Science and Medicine in Sport. Volume 23, March 2020. Viitattu 26.2.2024 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1440244019305687>
- Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. osin uudistettu painos. Helsinki. Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Hynynen, E. 2016. Hengitys- ja verenkiertoelimistö. Teoksessa. Mero, N. (toim.) Huippu-urheiluvalmennus teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. 1., painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, 117.
- Hynynen, E. 2022. Kestävyysharjoittelu. Teoksessa. Nummela, A., Hynynen, E., Mikkola, J., Vesterinen, V. Kestävyysharjoittelu – tutkitulla tiedolla tuloksiin. 1., painos. VK-Kustannus Oy, 66, 68, 73–74, 80, 82.
- Jääskeläinen, M. 2019. Suomalaisten kuntokirja testattua ja tutkittua tietoa. Fitra Oy.
- Kananen, J. 2013. Case-tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Suomen Yliopistopaino oy.
- Kauranen, K. 2021. Kuormitusfysiologia. Liikuntatieteellinen Seura.
- Keinänen, J., Körkkö, J.-A., 2017. Blood Flow Restriction harjoittelumenetelmänä fysioterapiassa Integroiva kirjallisuuskatsaus. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 26.2.2024

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/138987/Keinanen_Janne%20Korkko_Jussi-Akseli.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Keskinen, O.P., Mänttari, A., Keskinen, K. L. 2007. Aerobisen kestävyuden arviointi kenttätestillä. Teoksessa. Keskinen, K. L., Häkkinen, K., Kallinen, M. (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellinen seura. 2. uudistettu painos. Tampere. Tammer-Paino oy, 114.

Kotiranta, K & Seppänen, L. 2016. Kestävyysliikunta. Fitra Oy.

Kutinlahti, E. 2021. Maksimaalinen hapenotto- ja kestävyyskunnan mittarina. Lääkärikirja Duodecim 27.8.2021. Viitattu 10.2.2024 <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk01038>

Mikkola, J. 2022. Kestävyys- ja suorituskykyyn vaikuttavat tekijät. Teoksessa. Nummela, A., Hynynen, E., Mikkola, J., Vesterinen, V. Kestävyys- ja harjoittelu - tutkitulla tiedolla tuloksiin. 1. painos. VK-Kustannus Oy, 22.

Miller, B. C., Tirko, A. W., Shipe, J. M., Sumeriski, O. R., Moran, K. 2021. The systemic effects of blood flow restriction training: A systematic review. International Journal of Sports Physical Therapy. Volume 16, August 2021. Viitattu 7.10.2023 <https://ijspt.scholasticahq.com/article/25791-the-systemic-effects-of-blood-flow-restriction-training-a-systematic-review>

Nascimento, D. D. C., Rolnick, N., Neto, I. V. D. S., Severin, R., Beal, F. L. R. 2022. A Useful Blood Flow Restriction Training Risk Stratification for Exercise and Rehabilitation. Frontiers in Physiology. Volume 13 March 2022. Viitattu 27.2.2024 <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2022.808622/full>

Nummela, A. 2007. Kestävyys- ja suorituskykyä selittävät tekijät. Teoksessa. Keskinen, K. L., Häkkinen, K., Kallinen, M. (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellinen Seura. 2. uudistettu painos. Tampere. Tammer-Paino Oy, 51–52.

Nummela, A. 2016. Energia-aineenvaihdunta. Teoksessa. Mero, N. (toim.) Huippu-urheiluvalmennus teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. 1., painos. Lahti: VK-kustannus, 128–129, 131–132

Nummela, A. Peltonen, J. 2018a. Suorat testit. Teoksessa. Keskinen, K.L., Häkkinen, K., Kallinen, M. (toim.) Fyysisen kunnon mittaaminen – käsi- ja oppikirja kuntotestaajille. Liikuntatieteellinen seura. Grano Oy, 79–80.

– 2018b. Kestävyyden fysiologiset perusteet. Teoksessa. Keskinen, K. L., Häkkinen, K., Kallinen, M. (toim.) Fyysisen kunnon mittaaminen – käsi- ja oppikirja kuntotestaajille. Liikuntatieteellinen seura. Grano Oy, 96.

Nummela, A., Mänttari, A., Keskinen, O.P, Keskinen, K. L. 2018. Kenttätetit. Teoksessa. Keskinen, K. L., Häkkinen, K., Kallinen, M. (toim.) Fyysisen kunnon mittaaminen – käsi- ja oppikirja kuntotestaajille. Liikuntatieteellinen seura. Grano Oy, 115–116.

Nummela, A. 2022. Harjoittelun yleiset periaatteet. Teoksessa. Nummela, A., Hynynen, E., Mikkola, J., Vesterinen, V. Kestävyysharjoittelu – tutkitulla tiedolla tuloksiin. 1., painos. VK-Kustannus Oy, 64–55.

Paton, C. D., Addis, S. M, Taylor, L.-A. 2017. The effects of muscle blood flow restriction during running training on measures of aerobic capacity and run time to exhaustion. *European Journal of Applied Physiology*. Volume, 117. October 2017. Viitattu 26.2.2024 <https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-017-3745-3>

Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., Abe, T., Nielsen, J. L., Libardi, C. A., Laurentino, G., Neto, G. R., Brandner, C., Martin-Hernandez., J., Loenneke, J. 2019. Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Frontiers in Physiology*. May 2019. Viitattu 3.5.2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6530612/#B137>

Paunonen A. 2018. Tunne sykealueet – näin syke ohjaa harjoittelua. 26.3.2018. Viitattu 27.2.2024 <https://juoksija.fi/juoksu/juoksuharjoittelu/tunnesykealueet-nain-syke-ohjaa-harjoittelua/>

Pearson, S. J., Hussain, S. R., 2014. A Review on the Mechanism of Blood-Flow Restriction Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy. *Sports Medicine*. Volume 44, September 2014. Viitattu 16.1.2024 https://www.researchgate.net/publication/266084792_A_Review_on_the_Mechanisms_of_Blood-Flow_Restriction_Resistance_Training-Induced_Muscle_Hypertrophy

Pignanelli, C., Christiansen, D., Burr, J. F. 2021. Blood flow restriction training and the high-performance athlete: science to application. *Journal of applied physiology*. Volume 130 April 2021. Viitattu 19.7.2023 https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappphysiol.00982.2020?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.882003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org

Plotkin, D.L., Roberts, M.D., Haun, C.T., Schoenfeld, B.J. 2021. Muscle Fiber Type Transitions with Exercise Training: Shifting Perspectives. *MDPI*. September 2021. Viitattu 12.3.2024 <https://www.mdpi.com/2075-4663/9/9/127>

Polar, 2022. Polar Grit X Pro. Viitattu 5.11.2023 https://support.polar.com/e_manuals/grit-x-pro/polar-grit-x-pro-user-manual-suomi/manual.pdf

Rossi, F.E., de Freitas, M.C., Zanchi, N.E., Lira, F.S., Cholewa, J.M. 2018. The Role of Inflammation and Immune Cells in Blood Flow Restriction Training Adaptation: A Review. *Frontiers in Physiology*. Volume, 9. October 2018. Viitattu 27.3.2024 <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2018.01376/full>

Sharkmedical. Lactate Plus, laktaattimittari kantolaukulla. Viitattu 19.7.2023. <https://sharkmed.fi/tuote/lactate-plus-laktaattimittari-kantolaukulla>

Tuomi, J. 2008. Tutki ja lue. Johdatus tieteellisen tekstin ymmärtämiseen. Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Tuomi, J., Sarajärvi, A. 2017. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu Laitos. Kustannusosakeyhtiö Tammi.

UKK-instituutti. Juoksu. 2024. Viitattu 16.2.2024 [https://ukkinstituutti.fi/liikku-
minen/liikuntalajit-ja-liikkumismuodot/juoksu/](https://ukkinstituutti.fi/liikku-
minen/liikuntalajit-ja-liikkumismuodot/juoksu/)

Valli, R. 2010. Kyselylomaketutkimus. Teoksessa Aaltola, J. & Valli, R., Ikku-
noita tutkimusmetodeihin 1: metodin valinta ja aineistonkeruu. PS-kustannus.

Vieira A., Gadelha A.B., Ferreira-Junior J.B., Vieira C.A., Soares Ede M., Ca-
dore E.L., Wagner D.R., Bottaro M. 2015. Session rating of perceived exer-
tion following resistance exercise with blood flow restriction. Clin Physiol
Funct Imaging. September 2015. Viitattu 3.2.2024 [https://pub-
med.ncbi.nlm.nih.gov/24438467/](https://pub-
med.ncbi.nlm.nih.gov/24438467/)

Vilka, H. 2021. Näin onnistut opinnäytetyössä. Jyväskylä. PS-Kustannus.

Vuorimaa, T. 2016. Kestävyysslajit. Kestävyysslajin lajiansalyysi ja valmennuk-
sen ohjelmointi. Teoksessa. Mero, N. (toim.) Huippu-urheiluvalmennus teoria
ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. 1., painos. Lahti: VK-kustannus, 474,
479, 483.

Wilmore J.H., Stanforth P.R., Gagnon J., Rice T., Mandel S., Leon A.S., Rao
D.C., Skinner J.S., Bouchard C. 2001. Cardiac output and stroke volume
changes with endurance training: the HERITAGE Family Study. Medicine &
Science in Sports & Exercise. January 2001. Viitattu 27.2.2024 [https://jour-
nals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2001/01000/cardiac_out-
put_and_stroke_volume_changes_with.16.aspx](https://jour-
nals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2001/01000/cardiac_out-
put_and_stroke_volume_changes_with.16.aspx)

LIITTEET

Liite 1. Harjoituspäiväkirja

Liite 2. Avoin kyselyhaastattelu Google Forms

Liite 3. Suostumuslomake tutkimukseen

Liite 1. Harjoituspäiväkirja

	Päivämäärä	Keskisyke			Maksimisyke			RPE	Tuntemukset	Laktaatti		
		Veto 1	Veto 2	Veto 3	Veto 1	Veto 2	Veto 3			Veto 1	Veto 2	Veto 3
Harjoitus 1	4.10.2023	146	154	156	159	168	171	5	Jaloissa lievää hapotusta, muuten helpohkoa, ei hengästymistä.	7,2	6,4	6,6
Harjoitus 2	6.10.2023	141	157	158	159	170	172	4	Hieman tottui jo remmeihin. 5min palautus, toinen 5,5min kun tuli ongelmaa remmin kanssa. Viimeisessä vedossa vasen remmi tuntui hitusen löysältä. Palautuksen aikana syke tippui n. 100, heti kun pumppasi remmeihin paineet syke nousi n. 20 pykälää.			
Harjoitus 3	8.10.2023	140	148	157	159	166	171	4	Alussa ei syke noussut enää samalla tavalla, helpoin treeni tähän asti. Edelleen kyllä hapotusta tulee jalkoihin viimeiset 2min, mutta tunteeseen tottuu.			
Harjoitus 4	11.10.2023	-	-	-	-	-	-	-	Harjoitus jätetty välistä jalkojen puutumisen takia. Lääkäriin 13.10.			
Harjoitus 5	13.10.2023	140	152	163	160	169	174	5	Hapon tunne aika kova tänään jaloissa. Vaikka syke nousi lopussa, hengittäminen helppoa. Käyty aamulla lääkärissä keskustelemassa oireista (jalkojen turvotus, särky ja puutuminen), joita tullut tällä viikolla. Lääkärin tarkastuksen jälkeen annettu lupa jatkaa tutkimusta.			
Harjoitus 6	15.10.2023	132	153	154	150	173	169	6	Tiukka setti jalat hapotti kunnolla. Näytteen otot sujui hyvin tällä kertaa.	7,6	8,2	8,8
Harjoitus 7	18.10.2023	138	150	155	157	167	168	4	Ihan ok treeni.			
Harjoitus 8	20.10.2023	132	147	151	149	164	167	3	Tänään tuntui helpolta.			
Harjoitus 9	22.10.2023	130	144	149	146	160	164	3	Helppo rutiini treeni, vähän hapotteli mutta tottunut tunteeseen.			
Harjoitus 10	25.10.2023	133	141	147	147	160	163	3	Helpohko.			
Harjoitus 11	27.10.2023	126	136	142	139	150	159	3	Vasta viimeisessä vedossa alkoi jaloissa tuntumaan.			
Harjoitus 12	29.10.2023	136	146	157	149	159	167	5	Tänään korkeimmat sykkeet ja muutenkin vähä vaikeampaa kun kaksi edellistä treeniä. Ennätyskorkeat laktaatit.	10	13,7	8,8
Harjoitus 13	1.11.2023	142	151	158	156	165	169	4	Vähän väsynyt jo ennen treeniä.			
Harjoitus 14	3.11.2023	131	137	142	146	154	152	3	Viimeisellä vedolla oikeasta jalasta katosivat hieman paineet.			
Harjoitus 15	5.11.2023	132	139		143	149		2	Oikean mansetin venttiili hajosi, ei täyttynyt enää ilmalla 3. Veroon.			

Liite 2. Avoin kyselyhaastattelu Google Forms

Haastattelukysymykset tutkimuksen koehenkilölle

1 vastaus

[Julkaise tiedot](#)

1. Millaisia tuntemuksia koit harjoitus intervallien aikana? Muuttuivatko tuntemukset tutkimusjakson edetessä?

1 vastaus

Harjoittelujakson alussa "hapotuksen" tunne jaloissa oli vahvaa ja paheni ensimmäisestä vedosta viimeiseen. Kun harjoitteluun tottui viikko viikolta, niin mansettien paine ei tuntunut enää niin epämiellyttävältä ja "hapotuksen" tunne juoksun aikana oli lievempi. Hengityksen puolesta harjoittelu oli helppoa, vaikka syke ja laktaatti nousivatkin vetojen loppupuolella melko korkeiksi. Harjoittelujakson lopussa oli treenejä, jotka tuntuivat suorastaan helpoilta verrattuna ensimmäisiin harjoituksiin.

2. Koitko palautuvasi riittävästi harjoitusten välillä? Koitko BFR-mansettien käyttämisen epämiellyttävänä?

1 vastaus

Alkuun tuntui, että jalat kipeytyivät ja turposivat harjoittelun jälkeen, lisäksi koin lievää pistelyä/puutumista harjoitusten jälkeen. Kävin oireilun takia varmuuden vuoksi lääkärissä, mutta hän ei nähnyt mitään estettä lopettaa harjoittelua. Oireilu loppui muutaman viikon harjoittelun jälkeen ja jalkojen turvotukseen auttoi jalkojen nostaminen koholleen. Harjoittelutahti oli melko kova ja tein usein kolme harjoitusta viiteen päivään, jonka jälkeen pidin useamman päivän tauon. Joka toinen päivä treenatessa palautuminen ei ollut täydellistä ja saatoin tuntea väsymystä jo ennen harjoituksen alkua. Useamman lepopäivän jälkeen olotila treeniin lähdetäessä oli virkeämpi.

3. Miten tuntemuksesi ensimmäisen ja toisen tasotestin välillä erosivat toisistaan?

1 vastaus

Selvimmän eron huomasin testien välillä jalkojen tuntemuksissa. Ensimmäisessä testissä jalkojen "hapotus" oli vahvaa, kun taas toisessa testissä koin, että pystyin juoksemaan kovempaa ilman, että jaloissa tuntui pahalta. Hengityksessä en huomannut testeissä suurta eroa, vaan koin, että toisessa testissä nimenomaan hengitys oli rajoittava tekijä sille, etten pystynyt juoksemaan kovempaa.

4. Millaisena kokonaisuudessaan koit BFR-mansettien avulla harjoittelun?

1 vastaus

Kokemus oli mielenkiintoinen ja aidosti tuntui, että kunto kehittyi. Ajankäytöllisesti treenaaminen oli tehokasta, koska yksittäinen harjoitus oli lyhyt ja treeniin käytetty kokonaisuena viikossa erittäin maltillinen. Harjoitusjakson alkuun treeni tuntui aika raskaalta ja "hapotuksen" sietäminen vaati tsemppaamista. Harjoitusjakson edetessä ja tuntemusten helpottuessa pohdin sitä, että olisiko treeniä pitänyt vaikeuttaa tai remmejä kiristää, jotta olisin kehittynyt enemmän, mutta toisaalta olen tyytyväinen saavuttamaani kehitykseen harjoitusjakson aikana. Olin hieman epäileväinen siitä, että pystynkö toisessa tasotestissä parantamaan viimeisen 1000m aikaani niinkin vähäisellä määrällä matalavauhtista juoksuharjoittelua, mutta olin positiivisesti yllättyneet. Remmien käyttö oli ajoittain haasteellista harjoittelun aikana ja pumppumekanismi, jolla remmejä täytetään tempuili harjoitusjakson loppupuolella. Kokonaisuudessaan voisin tulevaisuudessakin hyödyntää BFR-harjoittelua lyhyenä harjoitusjaksona tai yksittäisenä harjoituksena muun harjoittelun ohella, mutta yhtä intensiivistä harjoittelua, kuin tässä tutkimusinterventiossa, en todennäköisesti pystyisi pitkään toteuttamaan.

Liite 3. Suostumuslomake tutkimukseen

SUOSTUMUS TUTKIMUKSEEN OSALLISTUMISEEN

Tutkimuksen nimi: Tapaustutkimus – Blood flow restriction – harjoitusmenetelmän hyödyntäminen juoksuharjoittelussa

Paikka, oppilaitos, tutkimuksen tekijä: Rovaniemi, Lapin ammattikorkeakoulu, Juuso Jänkälä

Tutkimuksen tarkoitus: Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, pystyykö BFR-harjoitusmenetelmää hyödyntäen parantamaan juoksun suorituskykyisyyttä. Tutkimus toteutetaan viiden viikon interventiona, jonka aikana tutkittava harjoittelee ennalta laaditun harjoitusohjelman mukaisesti BFR-harjoitusmenetelmää hyödyntäen. BFR-harjoitusmenetelmässä raajojen verenkiertoa rajoitetaan mansetin avustuksella. Mansetin paineet tutkimuksessa asetetaan niin, että siitä ei aiheudu vaaraa tutkittavalle.

Olen lukenut ja ymmärtänyt saamani kirjallisen tiedotteen ja tietosuojailmoituksen. Olen saanut riittävän selvityksen tutkimuksesta/selvityksestä ja sen yhteydessä suoritettavasta henkilötietojen keräämisestä, käsittelystä ja luovuttamisesta. Minulla on ollut mahdollisuus esittää kysymyksiä ja olen saanut riittävän vastauksen kaikkiin tutkimusta/selvitystä koskeviin kysymyksiini.

Minulla on ollut riittävästi aikaa harkita osallistumistani. Olen saanut riittävät tiedot oikeuksistani, tutkimuksen/selvityksen tarkoituksesta ja sen toteutuksesta sekä hyödyistä ja riskeistä. Minua ei ole painostettu eikä houkuteltu osallistumaan. Ennen tutkimuksen alkua, tutkimuksen aikana ja sen jälkeen minulla on mahdollisuus esittää kysymyksiä tutkimuksen teosta.

Ymmärrän, että osallistumiseni on vapaaehtoista ja että voin keskeyttää osallistumisen milloin tahansa. Keskeyttämisellä tai suostumuksen peruuttamisella ei ole minulle haitallisia seurauksia. Tutkimuksesta saatuja tuloksia saa käyttää julkisesti. Tutkimustuloksista ei tule ilmi tutkittavan henkilöllisyys.

Minulla ei ole mitään **terveydellisiä esteitä**, jotka voisivat vaikuttaa tutkimuksen turvalliseen tekemiseen. Erityisesti verenpainetauti, sydän- ja verisuonisairaudet, aineenvaihduntasairaudet sekä nivel- ja luuvauriot estävät tutkimukseen osallistumisen.

Annan suostumuksen tutkimukseen, tutkimustulosten käsittelyyn ja julkaisuun:

Kyllä Ei

Päivämäärä:

Tutkimukseen osallistuva allekirjoitus tai muu aktiivinen toimi kuten sähköpostivastaus.

Tutkimuksen tekijän allekirjoitus

Tutkimuksen tekijä säilyttää suostumusta tietoturvallisesti niin kauan kuin tutkimuksen teko kestää.

Suostumuksen peruuttaminen: Suostumus voidaan peruuttaa s-postitse, lähettämällä viesti Juuso Jänkälälle osoitteeseen juuso.jankala@edu.lapinamk.fi