

**SUOMALAISTEN NAISCROSSFIT -KILPAILIJOIDEN JA
-HARRASTAJIEN VÄLISET EROT VOIMA- JA
KESTÄVYYSOMINAISUUKSISSA JA ANTROPOMETRISISSÄ
MUUTTUJISSA**

Laura Juntunen

Valmennus- ja testausopin Pro-gradu tutkielma

Kevät 2019

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Ohjaaja: Keijo Häkkinen

TIIVISTELMÄ

Laura Juntunen (2019). Suomalaisten naiscrossfit –kilpailijoiden ja –harrastajien väliset erot voima- ja kestävyysominaisuuksissa ja antropometrisissä muuttujissa. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Valmennus- ja testausopin Pro gradu –tutkielma, 71 s.

Johdanto. Crossfit on varsin tuore ja nopeasti kasvava korkean intensiteetin urheilulaji. Lajissa yhdistetään elementtejä aineenvaihdunnallisesta harjoittelusta, painonnostosta ja voimistelusta. Aiemman tutkimustiedon valossa suorituskykyyn crossfitissä vaikuttaa hengitys- ja verenkiertoelimistö, voimaominaisuudet ja osittain antropometriset muuttujat.

Menetelmät. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää suomalaisten naiscrossfit-urheilijoiden ominaisuuksien eroavaisuuksia kahden eri tasoisen ryhmän välillä. Lisäksi tutkittiin eri ominaisuuksien yhteyksiä keskenään. Ensimmäinen ryhmä (kilpailijat, n=12) koostui urheilijoista, jotka ovat kilpailleet useammassa karsintaa vaatineessa kilpailussa vuoden aikana. Toisessa ryhmässä (harrastajat, n=13) oli harrastajia, jotka olivat harjoitelleet crossfittä säännöllisesti vähintään vuoden. Koehenkilöiltä mitattiin antropometrisiä muuttujia (pituus, paino, rasva% ja lihasmassa), alaraajojen isometristä maksimivoimaa dynamometrillä, kevennyshyppykorkeuksia lisäpainolla (30% takakyykyn yhden toiston maksimista) ja ilman, dynaamisia yhden toiston maksisuorituksia (raaka rinnalleveto, pystypunnerrus ja takakyykky) ja maksimaalista hapenottoa suoralla testillä polkupyöräergometrillä.

Tulokset. Tulosten mukaan kilpailijat olivat harrastajia merkitsevästi vahvempia sekä alaraajojen ojentajalihasten isometrisessä maksimivoimassa (3570 ± 763 vs. 3001 ± 327 N, $p < 0,05$) että dynaamisissa maksimivoimatesteissä (yhteistulos: $247,3 \pm 15,6$ vs. $199,9 \pm 20,1$ kg, $p < 0,001$). Kevennyshypyissä kilpailijoilla hyppykorkeus ilman lisäpainoa oli merkitsevästi suurempi ($28,6 \pm 3,2$ vs. $25,5 \pm 3,6$ cm, $p < 0,05$), mutta lisäpainolla tehdyssä hypyssä ei ollut eroa ryhmien välillä ($15,5 \pm 1,9$ vs. $15,1 \pm 2,2$ cm). Kestävyysmuuttujien osalta merkittäviä eroa löytyi maksimaalisessa hapenottokyvyssä, joka oli parempi kilpailijoilla ($46,2 \pm 4,0$ vs. $42,7 \pm 3,1$ ml/kg/min, $p < 0,05$) ja maksimilaktaatissa, joka puolestaan oli harrastajilla korkeampi ($10,4 \pm 1,6$ vs. $12,5 \pm 2,4$ mmol/l, $p < 0,05$). Kehonkoostumuksen osalta ainut merkitsevä ero oli lihasmassan määrässä ($32,4 \pm 3,0$ kg vs. $30,2 \pm 2,2$ kg, $p < 0,05$), joka korreloi positiivisesti dynaamisten voimamuuttujien kanssa. Harrastusvuosien määrä korreloi voimaominaisuuksien kanssa mutta ei kestävyysominaisuuksien kanssa.

Johtopäätökset. Tutkimuksen merkittävimpänä johtopäätöksenä oli, että Suomessa naisten kansallisella tasolla crossfitissa voimaominaisuudet vaikuttaisivat olevan suuremmassa roolissa mitä maksimaalinen hapenotto. Voimaominaisuuksien osalta urheilija hyötyy hyvistä maksimi- ja nopeusvoimaominaisuuksista. Pituudella ja painolla ei ole merkitystä lajissa menestymiseen, kun taas lihasmassasta vaikuttaisi olevan hyötyä.

Avainasanat: crossfit, antropometria, voimaominaisuudet, kestävyysominaisuudet

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	4
2 CROSSFIT URHEILULAJINA	5
2.1 Crossfitin historia	5
2.2 Ominaispiirteet.....	6
3 CROSSFITIN ERI OSA-ALUEET	10
3.1 Aineenvaihdunnallinen harjoittelu	10
3.1.1 Energiantuottojärjestelmät	10
3.1.2 Maksimaalinen hapenottokyky.....	13
3.2 Voimaominaisuudet.....	15
3.3 Voimistelu ja taidot	17
4 ANTROPOMETRISTEN TEKIJÖIDEN VAIKUTUKSET SUORITUSKYKYYN ..	19
4.1 Pituus ja paino	19
4.2 Lihasmassa ja rasvaprosentti	22
5 NAISTEN JA MIESTEN EROAVAISUUDET VOIMA- JA	
KESTÄVYYSOMINAISUUKSISSA	25
6 HARJOITTELEMINEN JA KILPAILEMINEN CROSSFITISSÄ	28
6.1 Crossfit-harjoittelu	28
6.2 Kilpaileminen Suomessa ja maailmassa.....	31
6.3 Kansallinen taso naisissa Suomessa	33
6.4 Tyypillinen lajisuoritus.....	34
7 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEEESIT	36
8 MENETELMÄT	38

8.1	Tutkimusasetelma ja koehenkilöt.....	38
8.2	Mittaukset	39
8.2.1	Antropometriset muuttujat	39
8.2.2	Voimamittaukset.....	40
8.2.3	Suora maksimaalisen hapenoton testi	44
8.3	Tilastolliset analyysit.....	45
9	TULOKSET.....	46
9.1	Harjoittelun taustatiedot	46
9.2	Antropometriset muuttujat.....	47
9.3	Voimantuotto-ominaisuudet	47
9.4	Kestävyysominaisuudet.....	52
9.5	Korrelaatiot muuttujien välillä.....	53
10	POHDINTA.....	55
10.1	Johtopäätökset.....	62
10.2	Tutkimuksen virhelähteet ja tulevaisuuden tutkimusehdotukset	63
11	LÄHTEET	64

1 JOHDANTO

Crossfit on nykypäivänä maailmanlaajuisesti hyvin suosittu laji. Maailmasta löytyy vuonna 2018 yli 10 000 crossfit-salia 142 maasta. Sen suosiota selittää pitkälti lajin monipuolisuus ja yhteisöllisyys (Fernández-Fernández ym. 2015). Crossfitin etuna vaikuttaisi myös olevan se, että kuntoilijat kokevat sen mielekkäämmäksi harjoittelumuodoksi kuin matalasykkeisen aerobisen harjoittelun kuntosalilaitteilla ja eristettyjen voimaliikkeiden tekemisen. (Heinrich ym. 2014). Crossfit sisältää monia eri elementtejä, jotka tekevät siitä vaihtelevan ja tehokkaan harjoitusmuodon. Lajissa yhdistyy luontevalla tavalla sekä aerobinen harjoittelu että voimaharjoittelu. Eri elementtiensä ansiosta crossfit on intensiivinen ja aikaa säästävä harjoittelumuoto, joka sopii lähes kaikille. (Smith ym. 2013).

Säännöllisellä crossfit-harjoittelulla on todettu olevan positiivisia vaikutuksia kehonkoostumukseen ja hapenottokykyyn. Kymmenen viikon harjoitusjakson aikana sekä kehon rasvaprosentti että maksimaalinen hapenottokyky paranivat merkittävästi kaiken tasoilla harrastajilla. (Smith ym. 2013.) Positiivisia muutoksia on löydetty myös koko kehon voimaominaisuuksista ja tuloksesta yksittäisessä crossfit-harjoituksessa neljän viikon harjoitusjakson jälkeen (Drake ym. 2017). Crossfit-harjoittelun tehokkuus perustuu osittain siihen, että harrastajat pystyvät itse valitsemaan ja säätelemään vaikeustasoa, jolloin liikkuminen on usein mielekkäämpää ja siten myös tehokkaampaa (Heinrich ym. 2014).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää suomalaisten naiscrossfit-urheilijoiden tasoa eri ominaisuuksien osalta ja niihin vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksessa tarkasteltiin kahden eri tasoisen ryhmän eroja valittujen muuttujien osalta. Tarkastelun kohteena olivat antropometriset muuttujat, voimantuotto-ominaisuudet ja kestävyys suorituskyky. Kirjallisuuskatsauksessa käydään läpi crossfit-lajia yleisellä tasolla ja tuodaan esiin lajin fyysisiä vaatimuksia. Lisäksi katsauksessa on tarkasteltu suorituskykyyn vaikuttavia tekijöitä sekä sitä, miten lajin parissa harjoitellaan ja kilpaillaan.

2 CROSSFIT URHEILULAJINA

2.1 Crossfitin historia

Crossfitin perustajana pidetään Greg Glassmania. Glassman on taustaltaan voimistelija ja hän kehitti crossfitin pystyäkseen harjoittelemaan mahdollisimman lajinomaisesti niinä aikoina kun, hänellä ei ollut mahdollista päästä voimistelusalille. Hän halusi kehittää harjoitteita, jotka loivat ”pahanolon” tunnetta kehossa. Tämän hän ajatteli kasvattavan kuntoaan parhaalla mahdollisella tavalla, jotta hän pystyisi tekemään voimistelusarjoja vaivattoman ja helpon oloisesti. (Murphy, 2013, 30-32.)

Glassman perusti ensimmäisen salinsa vuonna 1995. Tätä ennen Glassman oli saanut hädän usealta kuntosalilta johtuen siitä, että hänen treenifilosofiaansa ei sopinut laitteilla suoritettava voimaharjoittelu vaan hän halusi sen sijaan harjoitella toiminnallisemmin. Glassmanin perustama sali oli vain 40 neliömetrin kokoinen nurkkaus jujutsu-salilla, mutta ainakin siellä hän pystyi toteuttamaan ideologiansa mukaista harjoittelu- ja valmennusfilosofiaa. (Murphy, 2013, 27-29.)

Crossfitin kehittyminen ja leviäminen on ollut hyvin nopeaa. Vuonna 2005 maailmassa oli vain 13 lissensöityä salia. Kahdeksan vuotta eteenpäin, vuonna 2013, maailmasta löytyi jo yli 6000 salia. (Murphy, 2013, 12.) Tähän päivään siirryttäessä salien määrä on kasvanut noin 14 000 saliin, joista 70 sijaitsee Suomessa (Official Crossfit Affiliate Map, 2018). Salien sijannit ympäri maailman on havainnollistettu kuvassa 1. Ensimmäiset epäviralliset crossfitin MM-kilpailut, CrossFit Games, järjestettiin vuonna 2007. Parina ensimmäisenä vuotena kisoihin pystyi vain ilmoittautumaan, mutta jo vuonna 2009 urheilijoiden piti osallistua alueellisiin karsintoihin päästäkseen kilpailemaan CrossFit Gameseihin. Karsintavaiheeseen, CrossFit Open, osallistuvien urheilijoiden määrä on kasvanut vuosi vuodelta ja vuonna 2017 tähän vaiheeseen osallistui internetin välityksellä 380 000 harrastajaa ympäri maailman. (Akonniemi ym., 2018, 21-23.)



KUVA 1. Lisensöidyt crossfit salit maailmalla. (Official Crossfit Affiliate Map, 2018)

2.2 Ominaispiirteet

Tyypillisesti crossfit määritellään fyysisen kunnon kymmenen määritelmän kautta. Nämä määritelmät ovat seuraavia: 1) Hengitys- ja verenkiertoelimistön kestävyys, 2) kestovoima, 3) maksimivoima, 4) nopeusvoima, 5) nopeus, 6) liikkuvuus, 7) koordinaatio, 8) ketteryys, 9) tasapaino ja 10) tarkkuus. Crossfitin peruseideana on pyrkiä harjoittamaan näitä osa-alueita tasapuolisesti ja sen myötä edistämään kykyä selviytyä arkielämän fyysisistä haasteista. (Glassman, 2002a.)

Crossfit-lajina rakentuu kolmesta pääkomponentista. Nämä komponentit ovat aineenvaihdunnallinen harjoittelu, painon- ja voimannosto sekä voimistelu. Esimerkkiliikkeitä on esitelty taulukossa 1. Lajiharjoittelu ja kilpailusuoritukset perustuvat vaihtelevissa määrin näihin elementteihin. Aineenvaihdunnallisella harjoittelulla on tarkoitus kehittää kokonaisvaltaisesti aerobista ja anaerobista suorituskykyä. Painonnosto pitää

sisällään olympianostot (tempaus ja työntö) ja niiden tukiliikkeet. Voimannostoon kuuluu klassiset voimaliikkeet kyykky, maastaveto ja penkkipunnerrus. Voimisteluun puolestaan katsotaan kuuluvaksi kaikki kehonpainolla tehtävät liikkeet kuten leuanvedot, punnerrukset ja käsilläseisonta. (Glassman, 2002a; Akonniemi ym. 2018, 18.)

TAULUKKO 1. Esimerkkiliikkeitä (muokattu, Glassman, 2008).

Voimistelu	Aineenvaihdunnallinen	Painon- ja voimannosto
Ilmakyykyt	Juoksu	Maastavedot
Leuanvedot	Pyöräily	Rinnallevedot
Punnerrukset	Soutu (ergometrillä)	Ylöspäin suuntautuvat punnerrukset
Dipit	Naruhyyt	Tempaukset
Käsilläseisonta		Työnnöt
Köysikiipeily		Kahvakuula-liikkeet
Muscle-upit		
Istumaannousut		
Hyyt		
Askelkyykyt		

Crossfitiin liittyy vahvasti termit HIIT (high-intensity interval training) ja HIPT (high-intensity power training). Perinteinen HIIT-harjoittelu on luotu kehittämään yksilön aerobista kuntoa aikaa säästävällä tavalla verrattuna perinteiseen aerobiseen harjoitteluun. HIPT-harjoittelu eroaa perinteisestä HIIT-harjoittelusta siten, että siihen ei sisällytetä ennakkoon määrättyjä lepotaukoja (palautumisjaksoja) ja siinä keskitytään suorittamaan moninivelliikkeitä mahdollisimman tehokkaasti. Crossfitin näkökulmasta HIPT-harjoittelua voidaan suorittaa hyvinkin monella tavalla. (Smith ym. 2013.) HIIT- ja HIPT-harjoittelumallit aiheuttavat parhaita harjoitusvasteita silloin, kun samassa harjoituksessa yhdistetään eri elementtejä aerobisesta, anaerobisesta ja voimaharjoittelusta. Lisäksi tällaisten harjoitteiden merkittävänä etuna on, että sekä aloittelevat kuntoilijat että pidempään harjoitelleet urheilijat voivat saavuttaa positiivisia fysiologisia muutoksia esimerkiksi hapenoton ja kehonkoostumuksen osalta. (Storey & Smith, 2012.) Tällaisesta harjoituksena erinomaisena esimerkkinä on crossfitin WODit eli Workout of the Day -harjoitukset, jotka

sisältävät lämmittelyn, voima/taito osion ja aineenvaihdunnallisen harjoituksen (Butcher ym. 2015). WOD-tunnit on tarkoitettu kaikille lajin harrastajille, ja liikkeistä löytyy aina mahdollisuus muuttaa niitä helpommiksi tai vaikeammiksi, jolloin kaikki tunnille osallistujat pystyvät tekemään käytännössä saman harjoituksen omalle tasolleen sopeutettuna (Akonniemi ym. 2018, 19).

Perinteisiä crossfit-harjoitteita ovat mm. AMRAP- ja For Time-harjoitteet. AMRAP-harjoitteissa (as many reps/rounds as possible) tarkoituksena on nimensä mukaisesti suorittaa mahdollisimman monta kierrosta tai toistoa ennalta määrätyssä ajassa, tyypillisesti 10-20 minuutissa. (Smith ym. 2013.) Yksi kuuluisimmista AMRAP-harjoitteista ”Cindy”, jossa 20 minuutin aikana urheilijan tulee suorittaa mahdollisimman monta kierrosta seuraavia liikkeitä: 5 leuanvetoa, 10 punnerrusta ja 15 ilmakyykkyä. For Time- harjoitteissa puolestaan urheilijan tavoite on suoriutua mahdollisimman nopeasti tietyistä liikkeistä ja toistomääristä. Tästä esimerkkinä on ”Fran”, jossa tehdään vuorotellen thrustereita (voimapunnerruksia) ja leuanvetoja, ensimmäisellä kierroksella 21 toistoa, toisella 15 ja kolmannella 9. (Fernández-Fernández ym. 2015.)

Muun muassa edellä mainitut harjoitteet tunnetaan crossfit-piireissä Benchmark-harjoituksina. Kyseisiä harjoituksia on useampia ja kaikki Benchmark-harjoitukset ovat nimetty naisten nimillä. Nämä harjoitteet toistuvat silloin tällöin useimmissa harjoitusohjelmissa toimien niin sanottuina testiharjoituksina ja sen myötä suorituskyvyn mittareina. Toistamalla näitä harjoituksia tietyin väliajoin, urheilija ja valmentaja pystyvät seuraamaan harjoittelun edistymistä. (Glassman 2004; Butcher ym, 2015.) Kuvassa 2 on esitetty näistä tunnetuimmat.

The Girls

Angie

100 Pull-ups
100 Push-ups
100 Sit-ups
100 Squats

For time

Barbara

20 Pull-ups
30 Push-ups
40 Sit-ups
50 Squats

5 rounds for time
3 minutes rest
between rounds

Chealsea

5 Pull-ups
10 Push-ups
15 Squats

Each minute on
the minute for
30 minutes

Diane

Deadlift 225 lbs
Handstand push-ups

21-15-9 reps
3 rounds for
time

Elizabeth

Clean 135 lbs
Ring Dips

21-15-9 reps 3
rounds for time

Fran

Thruster 95 lbs
Pull-ups

21-15-9 reps 3
rounds for time

Grace

Clean and Jerk
135 lbs

30 reps for
time

Helen

400 meter run
1.5 pood Kettlebell
swing (21 times)
Pull-ups (12 reps)

3 rounds for
time

Isabel

Snatch 135 lbs
30 reps for time

Jackie

1000 meter row
Thruster 45 lbs (50 reps)
Pull-ups (30 reps)

For time

Karen

Wall-ball 150 shots
For time

Linda

Clean 3/4 BW
Bench BW
Deadlift 1 1/2 BW

10-9-8-7-6-5-4-
3-2 and 1 rep
rounds for time

Mary

5 Handstand push-ups
10 1-legged squats
15 Pull-ups

Complete
as many
rounds possible
in 20 minutes

Nancy

400 meter run
Overhead squat 95 lbs
(15 reps)

Five rounds
for time

KUVA 2. Tunnetuimpia Benchmark-harjoituksia (Glassman 2004).

3 CROSSFITIN ERI OSA-ALUEET

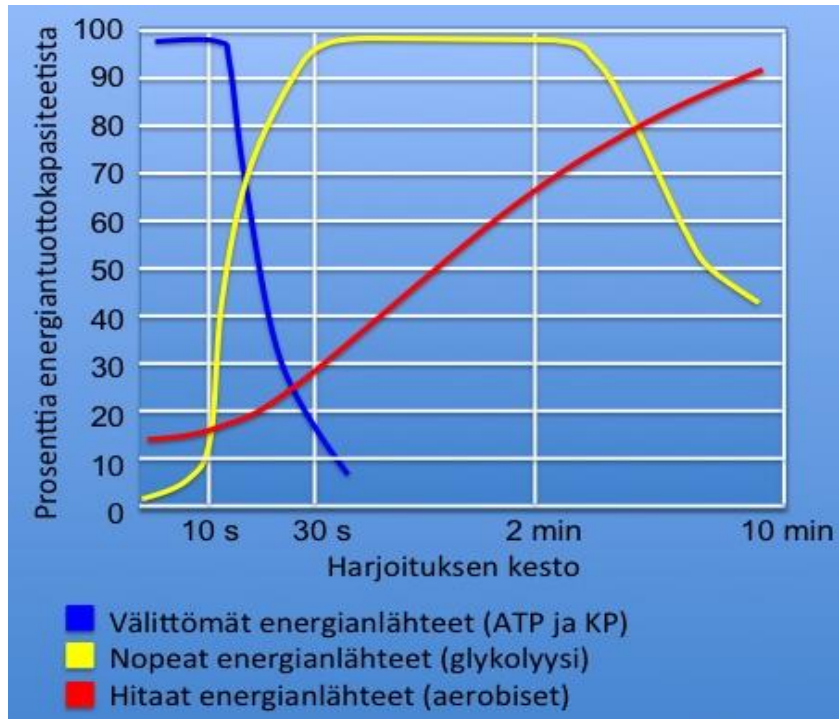
3.1 Aineenvaihdunnallinen harjoittelu

Aineenvaihdunnallisella harjoittelulla tarkoitetaan sellaista harjoittelua, joka kuormittaa elimistön energiantuottojärjestelmiä. Harjoituksen kesto määrittää, mitä energiantuottojärjestelmiä käytetään. (Nummela, 2004). Crossfitissä aineenvaihdunnalliset harjoitukset kestävät yleisimmin 5–45 minuuttia (Escobar, 2017), joskin lajin sisällä yleinen suositus on pitää aineenvaihdunnalliset harjoitteet pääosin alle 15 minuutissa, jotta saavutettaisiin parhaat mahdolliset harjoitusvasteet voima-, teho ja kestävyysominaisuuksille (Larson, 2015). Crossfitissä yksittäiset aineenvaihduntaa kuormittavat harjoitteet voivat erimerkiksi sisältää painonnostoliikkeitä erilaisilla kuormilla yhdistettynä soutuun tai juoksuun (Escobar, 2017).

Tyypilliset crossfit-harjoitukset kuormittavat elimistöä sekä anaerobisesti että aerobisesti (Escobar, 2017). Säännöllisellä crossfit-harjoittelulla on todettu olevan positiivisia muutoksia sekä anaerobiseen kapasiteettiin (Drake ym. 2017) että maksimaaliseen hapenottokykyyn (Smith ym. 2013). Crossfitin erona perinteisiin kestävyyslajeihin on se, että lajissa tarvitaan myös hyvää maksimi- ja nopeusvoimaa. Tästä syystä lajissa suositetaan paljon intervalliharjoittelua, sillä se vaikuttaa myönteisemmin lihasmassaan ja -voimaan verrattuna perinteiseen pitkäkestoiseen kestävyysharjoitteluun (Wahl ym. 2013).

3.1.1 Energiantuottojärjestelmät

Energiantuottojärjestelmät voidaan jakaa karkeasti kahteen mekanismiin: anaerobiseen ja aerobiseen. Näistä ensimmäisen merkitys korostuu lyhytkestoisissa suorituksissa (sekunnista muutamaan minuuttiin) ja jälkimmäisen tästä pidemmissä suorituksissa. (Nummela 2004). Energiantuottojärjestelmät on havainnollistettu kuvassa 3.



KUVA 3. Energiantuottojärjestelmät (Langinkoski 2014; alkuperäinen McArdle ym.2010, 226).

Anaerobinen energiantuotto. Anaerobinen energiantuottomekanismi jakautuu vielä kahteen erilaiseen tapaan tuottaa energiaa nopeasti. Näissä molemmissa malleissa energiantuottosysteemi toimii ilman happea. Kaikkein nopeimmin energiaa saadaan tuotettua kreatiinifosfaatin avulla. Kehon kreatiinifosfaattivarastot riittävät energiantuottoon täysitehoisessa suorituksessa, kuten pikajuoksu, noin 5-8 sekunniksi. Täysin ne tyhjenevät 20–30 sekunnin maksimaalisessa suorituksessa. (McArdle ym. 2010, 163.). Crossfitissa puhtaasti kreatiinifosfaattivarastoja käyttäviä suorituksia ovat esimerkiksi yksittäiset nostosuoritukset ja hyppyt. CrossFit Gameissa tällaisia suorituksia ovat olleet mm. vauhditon pituus ja valakyykyn sekä työnnön yhden toiston maksimit (Pasanen 2016). Kreatiinifosfaattivarastojen alkaessa tyhjentyä keho alkaa tuottaa energiaa laktisesti kehon glykogeenivarastoista. Tätä mekanismia kutsutaan anaerobiseksi glykolyysiksi. Glykolyysissa kehoon alkaa kertyä laktaattia, jonka poistamiseen tarvitaan suorituksen pitkittyessä happea. (McArdle ym. 2010, 163.)

Aerobinen energiantuotto. Suorituksen alussa käytetään aina välittömiä energian lähteitä. Nämä varastot ovat kuitenkin rajalliset, jolloin pidemmissä suorituksissa on hyödynnettävä aerobisia energiantuottomekanismeja. Alle kahden tunnin suorituksissa merkittävin energianlähde on Krebsin sykli, jossa hyödynnetään kehon glukoosivarastoja. Krebsin sykli sisältää ketjun kemiallisia reaktioita, jossa glukoosimolekyyleistä syntyy adenosiinitrifosfaattia (ATP) ja vettä. Suorituksen jatkuessa yli kahden tunnin energiaa tuotetaan β -oksidation avulla, jossa hyödynnetään kehon rasvavarastoja. Vaikka kehon rasvavarastot ovat lähes rajattomat, tämän mekanismin ongelmana on energiantuoton hitaus. (Nummela, 2004).

Pasanen (2016) analysoi seminaarityössään CrossFit Gamezeissa viime vuosien (2010-2015) aikana suoritettuja lajeja energiantuottojärjestelmien näkökulmasta. Seitsemän lajeista (11%) on painottunut selkeästi välittömien energialähteiden käyttöön. Nämä lajit ovat olleet kestoltaan 20s–2min. Lajit ovat pitäneet sisällään mm. sprinttijuoksua sekä ns. laddereita, joissa on pitänyt suorittaa painonnostoliikkeitä kasvavalla kuormalla mahdollisimman nopeasti. Selkeästi suurempi osa lajeista (85%) on vaatinut aerobista energiantuottoa. Ajallisesti isoin osa kaikista lajeista on kestänyt 5-10min, mutta myös tästä pidempiä lajeja on ollut runsaasti. Myös muutama yli tunnin laji on ollut ohjelmassa. (Pasanen, 2016.) Vuonna 2018 CrossFit Gamezeissa oli ohjelmassa historian pisin laji: maratonsoutu soutuergometrillä. Tähän lajiin nopeimmalla miehellä kului aikaa 2:43:50 ja naisella 3:00:42 (Crossfit Games, 2018a) eli lajin loppupuolella energiantuottoon on hyödynnetty myös kehon rasvavarastoja.

Crossfit on lajina siitä erityinen, että lajissa vaaditaan kykyä työskennellä tehokkaasti anaerobisella energiantuotolla, mutta muista lajeista poiketen harjoitteista usein puuttuu lepotauot. Useimmiten harjoitteet on määritelty niin, että urheilijan tehtävänä on suorittaa mahdollisimman monta toistoa tietyssä ajassa tai suoriutua tietyssä toistomäärästä mahdollisimman nopeasti. (Smith ym. 2013.) Muutamissa tutkimuksissa on tutkittu erilaisten crossfit-harjoitusten kuormittavuutta aineenvaihdunnallisesti. Escobarin ym. (2017) tutkimuksessa mitattiin 12 minuutin AMRAP-harjoitteen (as many reps/rounds as possible)

aikana hapenottoa ja laktaatintuottoa. Yksi kierros sisälsi 12 laatikolle hyppyä (box jump), 6 voimatyöntöä (thruster) ja 6 yleisliikettä tangon yli (bar over burpee). Hapenoton osalta harjoituksessa päästiin $37 \pm 4,8$ ml/kg/min tasolle ja maksimilaktaatit olivat $12,6 \pm 3,9$ mmol/l. Fernández-Fernández ym. (2015) tutkimuksessa koehenkilöt suorittivat maksimaalisen suoran hapenoton testin ja kaksi erilaista Benchmark-harjoitusta (Fran ja Cindy). Harjoituksissa hapenoton arvot olivat 29 – 35 ml/kg/min ja prosentuaalisesti 55-65% maksimaalisesta hapenotosta. Maksimilaktaatit harjoituksissa nousivat 14,0 – 14,5 mmol/l tasolle. Arvoista nähdään, että harjoitukset ovat kuormittaneet sekä aerobista että anaerobista energiantuotantoa.

3.1.2 Maksimaalinen hapenottokyky

Elimistön maksimaalinen hapenottokyky ($VO_2\max$) kertoo siitä, kuinka tehokkaasti elimistö pystyy kuljettamaan happea lihaksille. Maksimaaliseen hapenottokykyyn vaikuttaa neljä tekijää: keuhkojen toiminta, sydämen minuuttitilavuus, veren hapenkuljetuskyky ja luurankolihasien ominaisuudet (Bomba & Haff, 2009, 289-293). Maksimaalisen hapenottokyvyn merkitys kasvaa suorituksissa, jotka kestävät yli 4 minuuttia. Hapenoton arvot ilmaistaan useimmiten millilitroina suhteessa kehonpainoon minuuttia kohden (ml/kg/min), sillä tässä on huomioitu se, että lähes aina urheilija joutuu liikuttamaan omaa kehoaan. (McArdle ym. 2010, 166-167.)

Eri lajien kansainvälisen tason urheilijoiden maksimaalisista hapenottokyvyistä on olemassa tietoa vaihtelevasti. Erityisesti naisurheilijoiden hapenottokyvyistä on saatavilla hyvin rajallisesti tietoa. Losnegard ym. (2013) tutkimuksessa miesmaastohiihtäjien $VO_2\max$ -arvot olivat 80-85 ml/kg/min. Iivo Niskasen hapenottokyky arvokilpailuiden aikaan on noin 88 ml/kg/min (Ohtonen & Mikkola, 2016, 499). Klusiewicz ym. (2014) tutkivat kansainvälisesti menestyneiden miessoutajien hapenottokykyä ja tässä tutkimuksessa soutajien $VO_2\max$ -arvot sijoittuivat 65 ml/kg/min ja 70 ml/kg/min välille. Miesvoimistelijoilla maksimaalinen hapenotto näyttöisi olevan selkeästi matalammalla kuin edellä mainituissa lajeissa. Dallas ym. (2013) tutkimuksessa kansainvälisen tason miesvoimistelijoilla keskimääräiseksi $VO_2\max$ -

arvoksi saatiin 50,59 ml/kg/min. Crossfit Gamesien nelinkertainen voittaja Rich Froning on itse raportoinut oman maksimaaliseksi hapenottonsa olevan 73,9 ml/kg/min (Larson 2015).

Butcher ym (2015) tutkivat maksimaalisen hapenottokyvyn vaikutusta urheilijoiden tulokseen neljässä tunnetussa crossfit-harjoituksessa. Taulukosta 2 nähdään, että suoranaisesti maksimaalinen hapenotto ei korreloi yhdenkään tuloksen kanssa, mutta sen sijaan hapenoton arvo anaerobisella kynnyksellä korreloi merkitsevästi kolmen harjoituksen tuloksen kanssa. Myös Bellar ym. (2015) tutkivat maksimaalisen hapenoton ja anaerobisen tehon vaikutusta kahteen erilaiseen crossfit-harjoitukseen. He totesivat näiden muuttujien vaikuttavan positiivisesti loppuaikaan harjoituksessa, jossa tehtiin aikaa vastaan 21-15-9 toistoa sumomaastaveto+pystysoutu (sumo deadlift high pull) ja boksihyppyjä (box jump). Näiden tutkimusten perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että maksimaalinen hapenottokyky saattaa vaikuttaa yksittäisiin crossfit-harjoituksiin, mutta kokonaisuudessaan crossfit-suorituskykyyn vaikuttaa maksimaalista hapenottokykyä vahvemmin anaerobinen suorituskyky ja –teho.

TAULUKKO 2. Maksimaalisen hapenoton ja anaerobisen kynnyksen korrelaatiot valittuihin Benchmark-harjoituksiin. (Butcher ym. 2015).

	Fran: (aika) 21-15-9 voimatyöntö leuanveto	Crace: (aika) Aikaa vastaan 30rinnalleveto& työntö	Cindy: (toistot) 20min: 5 leuanveto, 10 punnerrus, 13 ilmakyykky	CF Total 1: (kg) 1RM= takakyykky+ pystypunnerrus+ maastaveto
VO ₂ max (ml/kg/min)	-0.21 P=0.48	-0.34 P=0.23	-0.05 P=0.87	0.39 P=0.17
VO ₂ (ml/kg/min) @ Anaerobinen kynnys	-0.53* P=0.05	-0.61* P=0.02	0.19 P=0.52	0.68* P=0.00

3.2 Voimaominaisuudet

Crossfitissa vaaditaan monipuolisia voimaominaisuuksia. Laji perustuu pitkälti moninivelliikkeisiin kuten erilaisiin kyykyihin, tempauksiin, ylöstyöntöihin ja voimisteluliikkeisiin (Smith ym, 2013). Voimaominaisuudet jaetaan kolmeen eri kategoriaan: maksimivoimaan, kestovoimaan ja nopeusvoimaan. Maksimivoimalla tarkoitetaan suurinta mahdollista kuormaa (painoa), jonka yksittäinen lihas tai lihasryhmä pystyy kerralla tuottamaan. Kestovoimassa lihasten pitää pystyä tuottamaan voimaa ajallisesti pitkään, jopa useita minutteja. Voimantuotto voi tapahtua joko aerobisesti tai anaerobisesti. Nopeusvoimassa tarkoituksena on tuottaa mahdollisimman suuri voima mahdollisimman lyhyessä ajassa tai liikuttaa tiettyä kuormaa mahdollisimman nopeasti. (Häkkinen 1990, 41).

Painnosto on hyvin oleellinen osa crossfit-lajia. Painonnostoliikkeet ovat moninivelliikkeitä, jotka vaativat hyvää liikkuvuutta ja nopeaa, räjähtävää voimantuottoa oikeanlaisella rytmityksellä (Gourgoulis ym. 2000; DiSanto ym. 2015). Yleisenä suosituksena on, että urheilija aloittaa harjoittelun maastavedoilla, kyykyillä ja ylöstyönnön variaatioilla ja siirtyy vasta sen jälkeen harjoittelemaan olympianostoja: tempausta ja työntöä (Glassman, 2002b). Painonnostoliikkeet ovat hyvin teknisiä ja ilman hyvää tekniikkaa korkeatkaan voimatasot eivät hyödytä urheilijaa parhaalla mahdollisella tavalla (Smajić ym. 2017). Molemmissa painonnostoliikkeissä vaaditaan samankaltaisia ominaisuuksia, mutta itse liikkeissä on hieman eroa. Tempauksessa tanko liikutetaan leveällä otteella yhdellä jatkuvalla liikkeellä maasta pään päälle. Työnnössä käytetään kapeampaa otetta ja tanko nostetaan ensin maasta rinnalle (rinnalleveto) ja tämän jälkeen tangon levätessä hartioilla tehdään nopea koukistus polvista lantiosta, jonka jälkeen tanko työnnetään räjähtävästi pään päälle (ylöstyöntö). Työnnön vastaanotto voi tapahtua joko saksiasentoon, jossa toinen jalka on edessä ja toinen takana, tai tasajaloille. (Garhammer & Takano, 2003.)

Crossfit-kilpailuissa painonnostoliikkeitä voidaan ykkössuoritusten lisäksi tehdä sarjoina tai osana harjoitetta. Tällöin puhutaan syklistä nopeusvoimatuotosta (Häkkinen & Ahtiainen 2016, 250). Esimerkiksi vuoden 2017 gameseissa yhtenä lajina oli aikaa vastaan 13-11-9-7-

5 toistoa seuraavia liikkeitä: palomiespunnerrusta tangolla (bar muscle-up) ja tempausta kyykkyyyn (squat snatch). Miesten painona lajissa oli 135 paunaa (noin 61 kiloa) ja naisten 95 paunaa (noin 43 kiloa). (CrossFit Games, 2017b.) Kyseisessä lajissa oli siis oleellista pystyä suorittamaan toistoja mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti. Lisäksi laji kuormitti hengitys- ja verenkiertoelimistöä eli lajissa vaadittiin sekä nopeusvoimaa että kestovoimaa.

Lajin näkökulmasta kannattaa pyrkiä olemaan mahdollisimman vahva koko kehon osalta (whole-body strength). Butcher ym. (2015) tutkimuksen mukaan korkean intensiteetin lajeissa, kuten crossfit, koko kehon voima vaikuttaisi selittävän melko vahvasti suorituskykyä harjoitteissa, joissa tulee liikuttaa ulkoista kuormaa. Sen sijaan vaativat kehonpainoliikkeet, kuten leuanvedot ja punnerrukset, vaativat enemmän spesifiä voimantuottoa. (Butcher ym. 2015.) Stone ym. (2005) mukaan dynaamisen kyykyn yhden toiston maksimi korreloi hyvin vahvasti urheilijan tempaus- ja rinnalleveto-tulosten kanssa. Naisilla nämä korrelaatiot ovat hieman alhaisempia kuin miehillä. Tämä johtunee siitä, että naisilla painonnostosuoritukseen vaikuttaa vahvemmin tekniikka, liikkuvuus ja nopeus tangon alla. (Stone ym. 2005.) Korrelaatio maksimivoiman ja painonnostosuorituksen välillä vähenee, kun painonnostosuoritusta pitää tehdä toistuvasti, kuten ”Grace”- harjoituksessa, jossa suoritetaan aikaa vastaan 30 rinnallevetoa ja työntöä. Syy tähän on todennäköisesti se, että lihaksistoon kertyy väsymystä ja sen myötä suorituksen taloudellisuus kärsii. (Butcher ym 2015.)

Crossfitissä voimaominaisuuksien kannalta yksi oleellisista termeistä onkin kriittinen teho (critical power). Byrd ym. (2018) tutkimuksessa kriittinen teho määriteltiin sellaiseksi tehoksi, jonka lihakset/lihasryhmät pystyvät tuottamaan ilman merkittävää väsymistä. Tähän ominaisuuteen vaikuttaa vahvasti urheilijan maksimaalinen hapenotto kyky ja anaerobinen kynnys. Lisäksi todettiin, että rasvaton kehon paino ja reisien lihasmassa korreloivat vahvasti kriittisen tehon kanssa pyöräilyssä. (Byrd ym, 2018.) Crossfitissä kriittisen tehon määrittäminen on hieman haastavampaa, sillä useat suoritettavat liikkeet ovat moninivelliikkeitä, jotka kuormittavat useita lihasryhmiä samanaikaisesti. Tärkeää onkin pystyä tekemään liikkeet ja liikesarjat mahdollisimman tehokkaasti, jolloin vältetään väsymyksen kertyminen kehoon.

3.3 Voimistelu ja taidot

Crossfitissä urheilijoiden tulee osata suorittaa voimisteluliikkeitä. Voimisteluliikkeet ovat kehonpainolla suoritettuja liikkeitä, jotka vaativat urheilijalta voimaa, notkeutta, lihaskestävyyttä, nopeutta ja oikeanlaista koordinaatiota (Jemni ym., 2006). Esimerkkiliikkeitä, jotka crossfitissä testaavat erityisesti urheilijoiden voimistelutaitoja, ovat muscle-upit (palomiespunnerrukset) sekä käsilläkävely. Nämä ovat jo hyvin vaativia liikkeitä perusharrastajalle, ja monelle leuanvedot ja punnerrukset saattavat olla hyviä vaihtoehtoja kyseisille liikkeille. (Glassman 2002b.)

Riittävät voimatasot ovat yksi tärkeimpiä asioita voimisteluliikkeitä opetellessa. Vajavaiset voimaominaisuudet rajoittavat liikkeiden oikeanlaisen tekniikan oppimista. (Bompa & Haff 2009, 64.) Voimisteluliikkeissä korostuu erityisesti yläkehon voimaominaisuudet. Crossfitissä käytetyt voimisteluliikkeet pohjautuvat vahvasti yleisesti tunnettuihin kehonpainoliikkeisiin: leuanvetoihin, punnerruksiin, dippeihin ja köysikiipeilyihin. Esimerkiksi renkailla tehtävä tiukka muscle up- liike on yhdistelmä leuanvedosta ja dipistä, ja onnistuneen liikesuorituksen edellytyksenä on hyvät voimaominaisuuden yläkehossa ja vartalon hallinta. Vahvan yläkehon lisäksi voimisteluliikkeissä korostuu keskivartalon voima. (Glassman, 2002b.)

Voimisteluliikkeet ovat taidollisesti vaativia, jolloin niiden harjoittelu kannattaa aloittaa vaiheittain. Ensimmäisessä vaiheessa keskitytään yksinkertaistettuun tekniikkaan ja liikkeen peruselementteihin. Kun nämä asiat ovat hallussa, voidaan siirtyä vaativimpiin vaiheisiin ja tekniikan soveltamiseen. Viimeisessä vaiheessa pyritään siihen, että liikesuorituksesta saadaan automatisoitu toiminto, joka urheilijalta tulee luonnostaan. (Bompa & Haff 2009, 64-65.) Crossfitissä ei arvostella liikkeiden teknistä suorittamista eikä tekniikasta saa erikseen pisteitä. Crossfit-harjoituksissa tärkeää onkin pystyä suorittamaan liike tai toisto hyväksytysti lajistandardien mukaisesti. (Pasanen, 2016.)

Telinevoimistelusta poiketen crossfitissä voimisteluliikkeitä joudutaan usein suorittamaan myös hyvinkin väsyneenä, osana pitkiä aineenvaihdunnallisia harjoituksia. Esimerkiksi Matè-Muñoz ym. (2018) tutkivat urheilijoiden sykettä ja laktaattiarvoja tyypillisessä crossfit-harjoituksessa. Cindy-nimisessä harjoituksessa urheilijoiden tuli 20 minuutin ajan suorittaa seuraavia liikkeitä kierros kerrallaan: 5 leuanvetoa, 10 punnerrusta ja 15 ilmakyykkyä. Tuloksista nähdään, että urheilijoiden keskisyke oli $92 \pm 5\%$ teoreettisesta maksimisykkeestä ja laktaattiarvo harjoituksen lopussa oli $12,02 \pm 2,12$ mmol/L. (Matè-Muñoz ym. 2018.) Arvoista nähdään, että harjoitus on ollut sekä aerobisesti että anaerobisesti hyvinkin kuormittava. Hengästyneenä ja happamuuden kertyessä kehoon, yksinkertaisetkin voimisteluliikkeet saattavat tuntua hyvinkin raskailta (Akonniemi ym. 2018, 18). Tämä johtuu siitä, että liikkeiden suorittaminen ei ole enää teknisesti yhtä hyvää (taloudellista) kuin kehon ollessa ”tuore” (Bompa & Haff 2009, 65). Crossfit-urheilijoiden kannattaakin siis taitoharjoittelun lisäksi pyrkiä harjoittelemaan liikkeiden tekemistä mahdollisimman taloudellisesti myös väsyneenä.

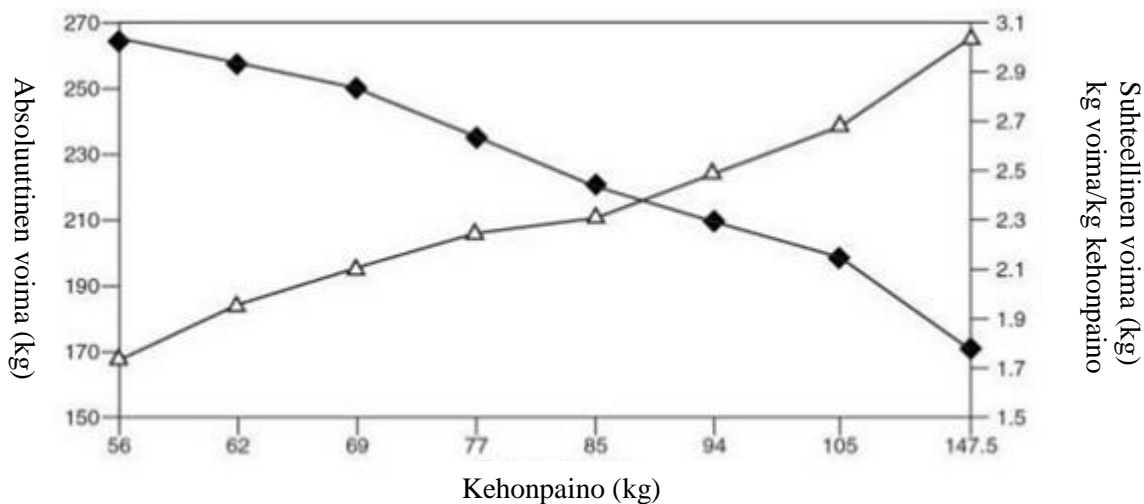
Crossfitissa voidaan suorittaa muutamia voimisteluliikkeitä joko tiukkana (strict) tai kippaamalla (kipping). Yksi näistä liikkeistä on leuanveto. Tiukoissa leuanvedoissa urheilijan tulee vetää itsensä tiukkana ylös ilman että suoritusta avitetaan yhtään vartalolla. Kippileuoissa urheilija puolestaan saa apua myös alavartalosta, erityisesti lantiosta. Tässä liikkeessä ideana on avustaa suoritusta tekemällä vartalolla heilautusliike, jolloin yläkeholta vaaditaan vähemmän voimaa kuin tiukoissa leuanvedoissa. Keskimäärin lihasaktivaatio ylävartalon osalta on kippileuoissa 14% alhaisempi kuin tiukoissa leuanvedoissa. Vähäisemmän lihasaktivaation lisäksi kipin avulla suoritettuja leukoja pystytään tekemään nopeammalla tahdilla. (Snarr ym. 2018.) Tästä syystä niiden käyttöä suositaan crossfit-harjoituksissa, joissa kilpaillaan aikaa vastaan tai halutaan tehdä tietyssä ajassa mahdollisimman paljon toistoja.

4 ANTROPOMETRISTEN TEKIJÖIDEN VAIKUTUKSET SUORITUSKYKYYN

Eri urheilulajien urheilijat näyttävät ulkoisesti hyvin erilaisilta. Merkittävin syy tähän on lajien asettamat fyysiset vaatimukset. Urheilijoiden tulisi aina pyrkiä sellaiseen kehonkoostumukseen, joka edistää omaa suorituskykyä kyseisessä lajissa (Bilgin ym. 2017). Osassa urheilulajeissa kehonkoostumuksen merkitys on niin suuri, että lajiin on luotu omat painoluokat eri kokoisille urheilijoille. Esimerkkinä tästä painonnosto, jossa kilpaillaan naisissa seitsemässä eri painoluokassa ja miehissä kahdeksassa (Lundlahl, 2016, 411). Crossfit-kilpailuissa urheilijat voidaan jakaa iän perusteella eri sarjoihin, mutta painon tai pituuden perusteella ei tehdä sarjajakoa vaan kaikenkokoiset urheilijat kisaavat samassa sarjassa. Crossfitissa urheilijan tulee hallita elementtejä eri lajeista, ja tämä luo haasteen myös kehonkoostumukselle.

4.1 Pituus ja paino

Crossfitissa on useita liikkeitä, joissa urheilijan pituudella ja erityisesti painolla on merkitystä. Lajissa suoritetaan paljon voimistelu- ja kehonpainoliikkeitä, joiden kohdalla oleellinen voimaominaisuus on suhteellinen voima (relative strength). Tämä lasketaan urheilijan absoluuttisesta voimasta suhteessa kehonpainoon. Suhteellinen voima vaikuttaa vahvasti urheilijan suoriutumiseen näistä liikkeistä, mutta myös koordinaatiolla, tasapainolla ja liikkuvuudella on iso merkitys siihen, miten vaivattomasti liikkeiden tekeminen onnistuu (Glassman, 2002a; Zatsiorsky & Kraemer, 2006, 53.) Toisaalta myös urheilijan absoluuttisella voimalla on iso rooli, sillä ulkoiset kuormat eri lajeissa ovat saman sukupuolen urheilijoille aina sama. Esimerkiksi ”Grace”-nimisessä harjoitteessa urheilijan tulee suorittaa 30 rinnalle vetoa ja työntöä aikaa vastaan. Painot tässä harjoitteessa ovat 60 kiloa miehille ja 42 kiloa naisille. (Wodconnect, 2018.) Kuvassa 4 on havainnollistettu absoluuttisen ja suhteellisen voiman merkitystä voimatuloksiin.



KUVA 4. Kehonpainon yhteys absoluuttiseen voimaan (vaaleat kolmiot) ja suhteelliseen voimaan (mustat nelikulmiot) työnnon maailmanennätyksissä (muokattu, Zatsiorsky & Kraemer, 2006, 53).

Kehonpainon merkitys korostuu erityisesti lajeissa, joissa urheilijan tulee liikuttaa omaa kehoaan ilman ulkoista painoa. Hoffman (2008) tutki ultramaratoonareiden kehonkoostumusta ja huomasi BMI:n ja kehonpainon korreloivan negatiivisesti juoksuvauhdin kanssa. Käytännössä siis kevyemmät ja alhaisemman BMI:n omaavat urheilijat juoksivat kovempaa verrattuna painavampiin kilpakumppaneihinsa. (Hoffman 2008.) Juoksua sisältyy myös useisiin crossfit-harjoitteisiin. Esimerkiksi ”Nancy”-harjoituksessa juostaan viisi kertaa 400 metriä, ja jokaisen juoksun jälkeen tehdään 15 valakyykyä (Wodconnect, 2018).

Alhainen kehonpaino ja keskimääräistä lyhyempi pituus vaikuttaisi olevan suotuisa ominaisuus voimisteluliikkeille. Peetersin ja Claessensin (2013) tutkimuksessa naisvoimistelijat jaettiin kolmeen eri tasoryhmään kansainvälisen menestyksen perusteella ja tuloksia tarkastellessa huomataan, että parhaimmin menestyneet voimistelijat olivat merkittävästi kevyempiä muiden ryhmien voimistelijoihin verrattuna. Voimistelijoiden keskimääräinen pituus naisissa on 135-150 cm ja miehissä 155-162 cm (Zatsiorsky & Kraemer, 2006, 54). Vertailun vuoksi suomalaisten Winter War 2019 -kilpailijoiden itseraportoimat pituudet ovat olleet miehissä 180 cm ja naisissa 168 cm (Boximedia, 2018).

Voimaominaisuuksien, erityisesti painonnoston, näkökulmasta urheilija vaikuttaisi hyötyvän kehon lyhyestä pituudesta ja lyhyistä raajoista. Näiden ominaisuuksien hyödyllisyys näkyy biomekaanisten tekijöiden kautta. Yksinkertaisimmillaan tällä tarkoitetaan sitä, että mitä lyhyempi urheilija on kyseessä, sitä lyhyempi matka urheilijan pitää kuljettaa tankoa (esim. tempaus) tai itseään (esim. leuanveto) suorituksen aikana. Lyhyet raajat myös hyödyttävät urheilijaa vähentämällä mekaanista vääntömomenttia. (Keogh ym. 2007.) Lisäksi mitä lyhempi urheilija on, sitä enemmän pituus sallii lihasmassaa, jolla puolestaan on positiivisia vaikutuksia suorituskykyyn (Ford ym. 2000). Painonnoston MM-kisoissa kehonpainon ja suoritustason välisen korrelaation on todettu olevan noin 0,8. (Zatsiorsky & Kraemer, 2006, 52.)

Crossfitin kannalta painolla ja pituudella ei vaikuttaisi olevan niin suurta korrelaatiota suorituskykyyn mitä lajeissa, jotka painottuvat puhtaasti joko kestävyys- tai voimaominaisuuksiin. Butcher ym. (2015) tutkivat pituuden ja kehonpainon vaikutusta eri Benchmark-harjoituksiin. Tutkimuksessa suoritettavat harjoitukset olivat Fran, Grace, Cindy ja CrossFit Total 1 (takakykyyn, pystypynnerruksen ja maastavedon yhteistulos). Taulukosta 3 nähdään, että kehonpaino korreloi negatiivisesti tulokseen Cracessa eli mitä painavampi urheilija on, sitä nopeammin hän suoriutuu kyseisestä harjoituksesta. Puolestaan CrossFit Total 1:sen yhteistulokseen kehonpaino korreloi positiivisesti eli korkeampi kehonpaino vaikuttaisi olevan suotuisa tässä testattaville voimaominaisuuksille. Pituuden osalta kyseisessä tutkimuksessa ei havaittu merkittävää korrelaatiota suorituskykyyn näissä harjoituksissa.

TAULUKKO 3. Pituuden ja painon korrelaatiot valittuihin Benchmark-harjoituksiin. (muokattu, Butcher ym. 2015).

	Fran: (aika) 21-15-9 voimatyöntö leuanveto	Crace: (aika) Aikaa vastaan 30rinnalleveto& työntö	Cindy: (toistot) 20min: 5 leuanveto, 10 punnerrus, 13 ilmakyykky	CF Total 1: (kg) 1RM= takakyykky+ pystypunnerrus+ maastaveto
Pituus (cm)	0.05 P=0.86	-0.28 P=0.26	-0.32 P=0.26	0.49 P=0.07
Paino (kg)	-0.34 P=0.24	-0.67* P=0.01	-0.02 P=0.95	0.77* P=0.00

Pituudesta ja painosta näyttäisi kuitenkin olevan hyötyä muutamissa yksittäisissä liikkeissä, joita crossfitissä suoritetaan joko sellaisenaan tai osana harjoituksia. Hyvänä erimerkkinä ”pitkien urheilijoiden” lajista oli vuoden 2019 ensimmäinen open-laji (19.1), joka oli 15 min AMRAP-harjoitus, jossa tuli tehdä vuorotellen 19 seinäpalloheittoa (wall ball) ja soutaa ergometrillä 19 kaloria. Majumdar ym. (2017) ovat tarkastelleet pituuden ja painon korrelaatiota 2000m soutusuoritukseen. Tutkimuksessa pituuden korrelaatio 2000m soutuaikaan oli -0,340 ($p < 0,001$) ja painon -0,506 ($p < 0,001$), eli pidemmät ja painavammat urheilijat vaikuttaisivat hyötyvän näistä ominaisuuksista soudussa. Seinäpallojen heitoissa pituus hyödyttää siinä määrin, että viiva, jolle pallo tulee heittää, on kaikilla urheilijoilla samalla korkeudella: miehillä standardina on 3,05m (10 jalkaa) ja naisilla 2,74m (9 jalkaa) (CrossFit Games, 2019c). Lajin 19.1 maailman top 20- naisurheilijoiden keskipituus oli 172,2 cm, kun taas vuoden 2018 Gamesien naisten top 20 keskipituus oli 164,3 cm (CrossFit Games, 2019a). Pituudesta siis on ollut selkeästi hyötyä tässä lajissa.

4.2 Lihasmassa ja rasvaprosentti

Kehon koostumus vaikuttaa suorituskykyyn eri tavoin. Aiemman tutkimustiedon valossa lihasmassalla vaikuttaisi olevan positiivinen vaikutus lihasvoimaan (Hoffman & Escobar 2006), kriittiseen tehoon (Byrd ym. 2018) ja suorituksen taloudellisuuteen (Vikmoen ym. 2016). Vähäinen rasvamassa puolestaan edesauttaa suoritusta lajeissa/liikkeissä, joissa

urheilijan tulee liikuttaa omaa kehoaan (Bilgin ym. 2017). Naisten rasvaprosentti on keskimäärin suurempi mitä miehillä (Sandbakk ym. 2018).

Byrd ym (2018) tutkivat rasvaprosentin, koko kehon lihasmassan ja reisien lihasmassan vaikutusta kriittiseen tehoon ja anaerobiseen kapasiteettiin kolmen minuutin maksimaalisessa pyöräilysuorituksessa. Rasvaprosentilla ei ollut vaikutusta kumpaakaan mitattuun suorituskyvyn tekijään, kun taas koko kehon lihasmassa ja reisien lihasmassa korreloivat positiivisesti molempien tekijöiden kanssa. Tämä johtunee lihasten kyvystä varastoida itseensä energiaa (kuten ATP:tä) ja vapauttaa sitä suorituksen aikana. Mitä enemmän lihasmassaa siis on, sitä enemmän on myös varastoitua energiaa, joka puolestaan vaikuttaa positiivisesti kriittiseen tehoon ja anaerobiseen kapasiteettiin. Tämä periaate pätee ainakin liikkeisiin, joissa tehontuotolla on merkitystä. Pyöräilyssä ei tarvitse kannatella omaa kehoaan, joten tästä syystä rasvaprosentti ei ole vaikuttanut lyhyeen pyöräilysuoritukseen (Byrd ym. 2018.)

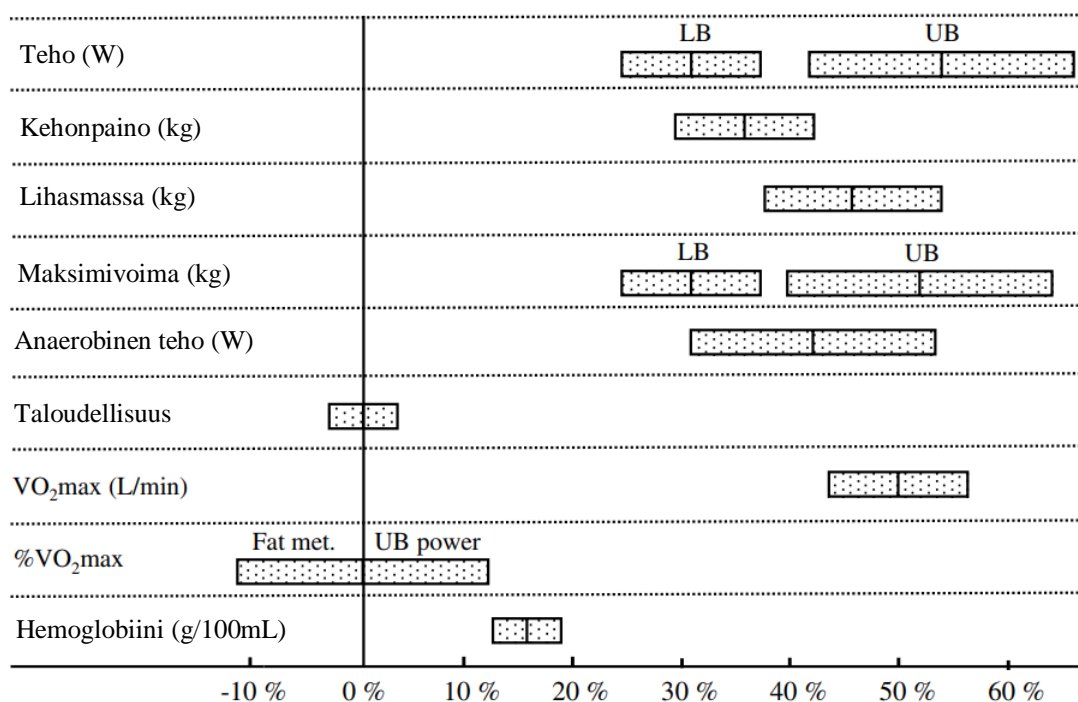
Bilgin ym. (2017) tutkimuksessa todettiin lihasmassan korreloivan negatiivisesti triathlonin kokonaisaikaan sekä siihen kuuluvien juoksun ja pyöräilyn aikaan. Näin ollen isompi lihasmassa vaikuttaa näihin suorituksiin suoritusaikaa lyhentämällä. (Bilgin ym. 2017.) Kestävyyslajeissa, kuten juoksussa ja pyöräilyssä, lihasmassan positiivinen vaikutus suorituskykyyn perustuu pitkälti suorituksen taloudellisuuden paranemiseen lihasmassan ja voiman myötä (Vikmoen ym. 2016; Stone ym. 2004). Lihasmassa vaikuttanee siis crossfitissä positiivisesti liikkeisiin, joissa vaaditaan urheilijoilta hyvää tehontuottoa ja/tai hyvää taloudellisuutta.

Bilgin ym. (2017) tutkivat myös rasvamassan ja -prosentin vaikutusta triathlon-suoritukseen. Tutkimuksen mukaan rasvamassa ja -prosentti korreloivat positiivisesti juoksuun, pyöräilyyn sekä kokonaisaikaan. Toisin sanoen siis vähempi rasvan määrä kehossa edesauttaa nopeampaa suoriutumista juoksusta, pyöräilystä ja triathlonista. Yksi syy tähän on se, että liikkeissä, joissa urheilija joutuu liikuttamaan omaa kehoaan joko horisontaalisesti tai vertikaalisesti, rasvan määrä kehossa vaikuttaa negatiivisesti. Kehossa oleva rasva on ns.

kuollutta massaa, joka ei hyödytä urheilijaa voimantuotollisesti, mutta se on kuitenkin liikutettava mukana. (Bilgin ym. 2017.) Crossfit-lajeissa suoritetaan harvoin pitkäkestoisia kestävyyslajeja, mutta sen sijaan lajiin kuuluu paljon liikkeitä, joissa omaa kehoa tulee liikuttaa eri suuntiin.

5 NAISTEN JA MIESTEN EROAVAISUUDET VOIMA- JA KESTÄVYYSOMINAISUUKSISSA

Naiset ovat fysiologisesti erilaisia kuin miehet ja tämä vaikuttaa eri tavoin suorituskyykyyn. Merkittävimpiä suorituskyykyyn eroavaisuuksia sukupuolten välillä on havainnollistettu kuvassa 5. On myös todistettu, että miehet ovat naisia kilpailuhenkisiä ja motivoituneempia voittamaan (Deaner ym. 2015), joka osittain saattaa vaikuttaa myös maksimaalisiin fysiologisiin muuttujiin. Naisten etuna puolestaan on parempi liikkuvuus (Mittelman & Zacher 2000, 31-32).



KUVA 5. Fysiologisten ominaisuuksien vertailu naisten ja miesten välillä. Taulukossa on ilmaistu miesten keskimääräiset arvot (ja laatikoissa hajonnat) suhteessa naisten arvoihin. Taulukon tekemiseen on käytetty eri lajien maailmanennätyksiä. UB= yläkeho, LB= alakeho, power= teho, Fat met.= rasvametabolia. (muokattu, Sandbakk ym. 2018.)

Isoin ero naisten ja miesten välillä vaikuttaisi olevan yläkehon voima- ja teho-ominaisuuksissa (Sandbakk ym. 2018), mikä johtunee siitä, että naisilla lihasmassa jakautuu enemmän alavartaloon (Miller ym. 1993). Naisten kokonaisuudessaan alhaisempi lihasmassan määrä johtuu siitä, että naisilla on vähemmän lihassäikeitä ja lihasten poikkipinta-ala on pienempi. Naisilla lihassolujakauma (hitaat vs. nopeat lihassolut) painottuu huomattavasti enemmän hitaiden lihassolujen suuntaan mitä miehillä. (Ryushi ym. 1988.) Voimaharjoittelulla pystytään vaikuttamaan lihasmassan määrään ja voimantuotto-ominaisuuksiin. Naisilla kehittyminen on kuitenkin miehiä yksilöllisempää, mikä johtuu mm. testosteronipitoisuuksien suuresta yksilöllisestä vaihtelusta (Häkkinen 1990, 78). Taulukossa 4 on esitelty vuoden 2019 suomalaisten Winter War- kilpailijoiden itseraportoimia perustietoja ja yhden toiston maksimituloksia. Absoluuttisesti ja kehonpainoon verrattuna miehet ovat naisia voimakkaampia. Tuloksista nähdään myös se, että samankaltaisesti harjoitelleilla miehellä ja naisilla erot voimaominaisuuksien välillä ovat melko stabiileja koko kehon osalta sekä absoluuttisen että suhteellisen voiman osalta mitä tulee dynaamisiin voimaominaisuuksiin.

TAULUKKO 4. Vuoden 2019 Winter War- kilpailijoiden itseraportoimat perustiedot ja yhden toiston maksimitulokset (Winter War, 2019).

	Miehet (N=30)	Naiset (N=29)	Naiset : Miehet
Ikä (v)	28	28	
Pituus (cm)	179	167	0,93
Paino (kg)	86	67	0,80
Maastaveto (kg)	219	140	0,64
Maastaveto/Paino	2,55	2,09	0,82
Takakyykky (kg)	187	119,5	0,64
Takakyykky/Paino	2,18	1,78	0,82
Työntö (kg)	137,5	89	0,65
Työntö/Paino	1,60	1,33	0,83
Tempaus (kg)	112	72,5	0,65
Tempaus/Paino	1,30	1,08	0,83

Kestävyyssominaisuuksien osalta selkein ero naisten ja miesten välillä on maksimaalisessa hapenotossa. Absoluuttisissa maksimaalisen hapenotonarvoissa (VO_2max [L/min]) ero sukupuolten välillä saattaa olla jopa 50%. Kehonpainoon suhteutetuissa arvoissa (VO_2max [ml/kg/min]) erot jäävät 10-15 % tasolle. Suorituksen taloudellisuudessa ei vaikuttaisi olevan merkittävää eroa sukupuolten välillä. Rasvametabolia naisilla puolestaan vaikuttaisi olevan parempaa kuin miehillä. Maksimaalisen hapenoton erot johtuvat pitkälti naisten suuremmasta rasvamassasta, veren vähäisemmästä määrästä kehossa ja alhaisemmista hemoglobiiniarvoista. Parempi rasvametabolia puolestaan johtunee naisten pienemmistä glykogeenivarastoista kehossa. (Mittelman & Zacher 2000, 24-27; Sandbakk ym. 2018.) Maksimilaktaattiarvot nousevat miehillä usein naisia korkeammalle tasolle. Tämä johtuu kahdesta tekijästä. Siitä, että miehillä on parempi kyky tuottaa ATP:tä anaerobisesti ja naisten lihasmassa suhteessa verenkokonaismäärään on miehiä pienempi. Näiden tekijöiden avulla miehet kykenevät isompaan työmäärään mikä puolestaan nostaa laktaattiarvoja. (Edvardesen ym. 2014.) Anaerobinen kynnys ($\% \text{VO}_2\text{max}$) puolestaan vaikuttaisi olevan sekä miehillä että naisilla vastaavalla tasolla (Mittelman & Zacher 2000, 25). Crossfit-urheilijoiden kestävyysominaisuuksista on saatavilla hyvin rajallisesti tietoa. Yksi syy tähän on se, että crossfit-aiheiset tutkimukset eivät ole erotelleet naisia ja miehiä omiksi ryhmikseen, jolloin eroja sukupuolten väliltä on mahdoton löytää.

6 HARJOITTELEMINEN JA KILPAILEMINEN CROSSFITISSÄ

6.1 Crossfit-harjoittelu

Glassman (2002b) on määritellyt crossfit-harjoittelun perusteet pyramidin malliin (kuva 6). Tämän mallin mukaan harjoittelun ”peruskivi” on ravinto. Sen jälkeen ominaisuuksien harjoittamisen kannattaa tapahtua seuraavassa järjestyksessä: aineenvaihdunnallinen harjoittelu, voimistelu ja painonnosto. Pyramidin ylimpänä on muu urheilu, jolla tässä tapauksessa tarkoitetaan crossfit-salin ulkopuolella tapahtuvaa urheilua, joka tukee perusharjoittelua. Pyramidi-malli perustuu toiselta näkökannaltaan myös logiikkaan: ensin tulee molekyyli- ja solutaso, toisena riittävä hapenottotaso, kolmantena oman kehon kontrolli, neljäntenä ulkoisen objektin kontrolli ja viimeisenä taitojen soveltaminen muuhun urheiluun. Kokonaisuuden kannalta jokaisen portaatin tulee olla kunnossa tai yläpuolella olevat portaat kärsivät. (Glassman, 2002b.)



KUVA 6. Teoreettinen malli crossfit-harjoittelulle (muokattu, Glassman 2002b).

Kilpailevan urheilijan tulee suunnitella harjoitteluaan kilpailuiden mukaan. Harjoittelun ohjelmoinnin perustana on suorituskyvyn maksimointi tärkeimpänä ajankohtana, joka on kauden pääkilpailut. Vuositason ohjelmointi voidaan karkeasti jakaa kolmeen eri vaiheeseen: harjoituskauteen, kilpailukauteen ja ylimenokauteen. Nämä kaikki kaudet rakentuvat vielä pienemmistä jaksoista, joita kutsutaan makro- ja mikrosykleiksi. Tämä kausijako mahdollistaa sen, että harjoittelua pystytään suunnittelemaan ja kontrolloimaan siten, että urheilija olisi parhaassa mahdollisessa kunnossa pääkilpailuissa. (Bompa & Haff 2009, 125-127.) Taulukossa 5 on menestyneen crossfit-valmentaja Ben Bergeronin malli ohjelmoinnista Crossfit Gameseihin ns. vanhan karsintamallin mukaan. Kansainvälisen tason crossfit-kilpailujärjestelmä tulee muuttumaan vuodelle 2019 melko merkittävästi, joka luo uudenlaisia haasteita harjoittelun ohjelmoinnille.

TAULUKKO 5. Esimerkkiohjelmointi CrossFit Gamesija varten (muokattu, Bergeron, 2012).

Kuukausi	Harjoitettava ominaisuus
Syys-lokakuu	Voima
Marras-joulukuu	Nopeusvoima
Tammikuu	Heikkouksien vahvistamista
Helmi-maaliskuu	Aineenvaihdunnallinen harjoittelu
Huhti-toukokuu	Valmistautuminen regionalseihin
Kesä-Heinäkuu	Valmistautuminen gameseihin
Elokuu	Lepo ja palautuminen (ylimenokausi)

Koska crossfitissä tarvitaan useita ominaisuuksia, kannattaa harjoittelua jaksottaa siten, että eri ominaisuuksia painotetaan eri harjoitusjaksoilla. Pasasen (2016) mukaan toimiva ohjelmointimalli crossfit-harjoiteluun on ns. blokkiperiodisaatio. Tämä harjoitusmalli perustuu siihen, että yhdellä, 2-6 viikkoa kestäväällä, harjoitusjaksolla keskittyminen yhteenkahteen ominaisuuteen kehittää urheilijoita paremmin verrattuna perinteisiin harjoittelumalliin. Perinteisessä harjoittelumallissa kaikkia ominaisuuksia pyritään

harjoittelemaan samalla, jolloin harjoitusvolyymi kasvaa herkästi isoksi ja samalla myös harjoitusvasteet saattavat kumota toisensa (esim. kestävyys vs. nopeusvoima). (Garcia-Pallarés ym. 2010.) Harjoitusjakson pituus kannattaa määritellä harjoiteltavien ominaisuuksien mukaan, sillä eri ominaisuudet vaativat eri pituisen ajanjakson optimaalisen harjoitusvasteen saavuttamiseksi. Esimerkiksi maksimivoima vaatii 30±5 päivää kehittyäkseen, kun taas kestovoiman osalta kehittymistä voidaan havaita jo 15±5 päivän harjoitusjakson jälkeen. (Issurin, 2008.) Taulukossa 6 on esitetty yksi esimerkki crossfit-harjoitteluun blokkiperiodisaatio-mallin mukaan.

TAULUKKO 6. Esimerkki blokkiperiodisaatiosta CrossFitin soveltaen (Pasanen, 2016).

	Blokki 1	Blokki 2	Blokki 3
Pääpainotus	Aerobinen kestävyys	Maksimivoima	Kestovoima
Sivupainotus	Voima	Nopeus	Anaerobinen kapasiteetti
Ylläpito	Nopeus	Aerobinen kestävyys	Nopeus Aerobinen kestävyys

Viikkotasolla suosituin malli crossfit-harjoittelun ohjelmoinnissa vaikuttaisi oleva kolme harjoituspäivää, jonka jälkeen yksi päivä lepoa. Tätä ohjelmointia noudattaa mm. CrossFit-tuotemerkin oma ohjelmointi, joka on ilmainen ja kaikkien saatavilla maailmanlaajuisesti. Tässä ohjelmointimallissa harjoitellaan taulukon 7 rytmityksen mukaan. Toinen suosittu malli on ns. ”työviikkomalli” eli viisi harjoittelupäivää ja kaksi päivää lepoa. Glassmanin (2008) mukaan ensin mainittu malli on hieman optimaalisempi harjoittelun tehokkuuden näkökulmasta. Tällä mallilla saadaan pidettyä intensiteetti korkealla, mutta samalla myös lepoa riittävässä määrin.

TAULUKKO 7. CrossFit-tuotemerkin päiväkohtainen ohjelmointi (mukailtu Glassman, 2008).

Päivä	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Harjoitettava ominaisuus	A	V P	A V P	lepo	V	P A	V P A	lepo	P	A V	P A V	lepo

A=aineenvaihdunnallinen harjoittelu, V= voimistelu ja P= painonnosto

6.2 Kilpaileminen Suomessa ja maailmassa

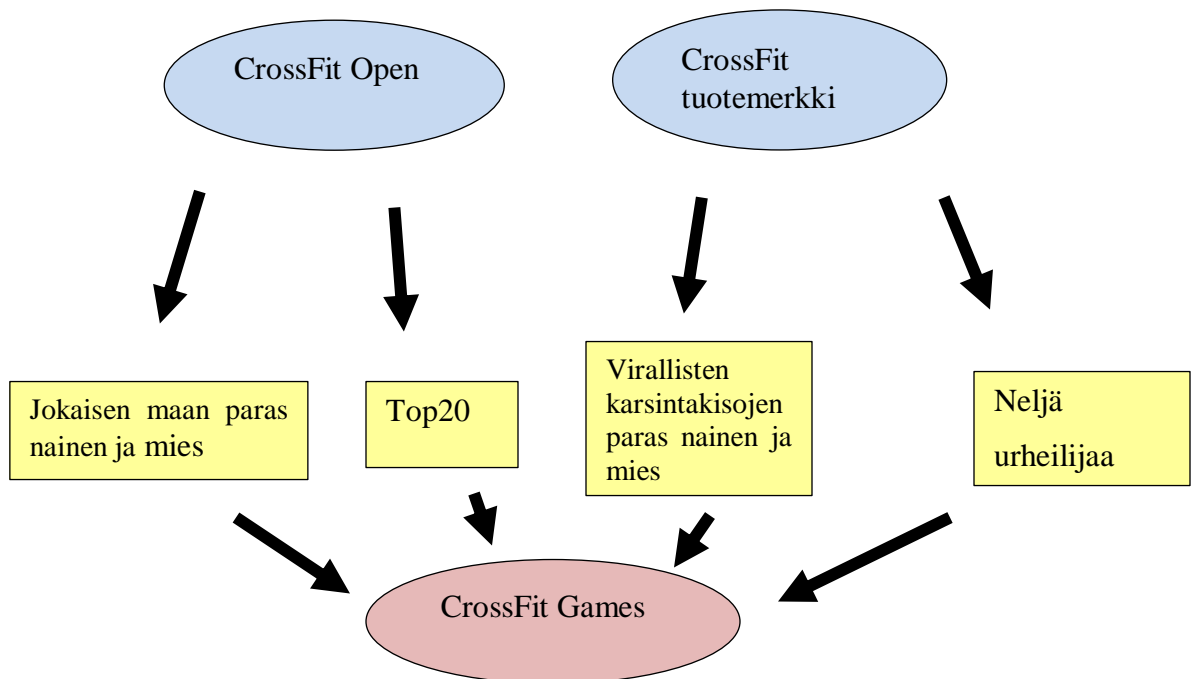
Suomessa järjestetään nykyään monen tasoisia kilpailuja. Suurimpiin ja lajien osalta vaativimpiin kilpailuihin järjestetään karsinnat, joihin kilpailusta riippuen pääsee kisaamaan 32-50 miestä ja naista. Tällaisia karsintaa vaativia kilpailuja Suomessa ovat vuoteen 2019 asti olleet Winter War, Karjalan Kovin ja Unbroken. Näiden kilpailujen lisäksi Suomessa järjestetään nykyään ns. matalan kynnyksen kilpailuja, jossa lajivaatimukset ovat ed. mainittuja kisoja helpompia ja näihin voi ostaa itselleen kisapaikan. Myös muutamia joukkue- ja parikilpailuita järjestetään.

Maailmalla suurin kilpailu on CrossFit Games. Ensimmäiset Gamesit järjestettiin vuoden 2007 heinäkuussa ja siitä lähtien kilpailut ovat kasvaneet vuosi vuodelta. Vuonna 2016 Gameseihin pääsi osallistumaan koko maailmasta 40 naista, 40 miestä, 80 teini-ikäistä kilpailijaa ja 240 master-ikäistä (35+) kilpailijaa. (CrossFit Games, 2017a.)

Vuoteen 2018 asti pääsy Gameseihin vaatii kaksivaiheisen karsinnan läpäisyä. Ensimmäinen vaihe oli CrossFit Openit, jotka järjestettiin vuosittain helmi-maaliskuussa. Openit kestivät yhteensä viisi viikkoa ja joka viikko julkaistiin uusi laji, jonka suorittamiseen oli neljä päivää aikaa. Jokaisella harrastajalla oli mahdollisuus osallistua tähän vaiheeseen ja parhaiten eri alueilla eli ”regionaaleilla” menestyneet pääsivät osallistumaan seuraavaan vaiheeseen, joka oli Regionalsit. Tämä vaihe oli kolmipäiväinen live-kilpailu, joita järjestettiin touko-kesäkuussa useampana viikonloppuna eri puolilla maailmaa. Näistä kilpailuista 1-5 parasta

urheilijaa sekä naisista että miehistä pääsi itse gameseihin. (CrossFit Games, 2019c; Boximedia, 2017.)

Vuonna 2019 karsintajärjestelmä Crossfit Gameiseihin tulee muuttumaan merkittävästi ja uusi järjestelmä on havainnollistettu kuvassa 7. Openit tulevat pysymään ennallaan, mutta regionalseja ei enää järjestetä. Sen sijaan openeista on mahdollista päästä gameseihin kahdella eri tavalla: 1) sijoittumalla parhaiten oman maan sisällä tai 2) sijoittua 20 parhaan joukkoon maailmanlaajuisesti. Lisäksi gameiseihin voi päästä voittamalla jokin Crossfit-tuotemerkin määrittämistä virallisista karsintakilpailuista, joita on vuoden 2019 Gameseja varten julkistettu 15. Kilpailuja järjestetään eri puolilla maailmaa. CrossFit-tuotemerkki myös valitsee neljä menestynyttä urheilijaa Gameseihin. (CrossFit Games, 2018b.)



KUVA 7. Väylät päästä CrossFit Gamesihin vuonna 2019 ja 2020. (Crossfit Games, 2018b)

Gamesit järjestetään vuosittain Yhdysvalloissa. Neljä päiväisten kisojen voittajat kruunataan ”Fittest on Earth”-tittelillä. Kilpailussa on vuosien mittaan nähty lajeja aina avovesiuinnista hiekkasäkin kanton ja kestävyyslajeihin. Games-tason urheilijoiden tulee osata valmistua

odottamattomaan, sillä useat lajit julkaistaan vasta juuri ennen lajin alkua. (CrossFit Games, 2017a). Esimerkiksi vuonna 2017 Gameissa oli yhteensä 13 lajia, joiden kestot vaihtelivat muutamasta sekunnista (tempauksen yhden toiston maksimi) aina puoleen tuntiin (juoksu-uinti-juoksu- laji) (CrossFit Games 2017b).

6.3 Kansallinen taso naisissa Suomessa

Taulukossa 8 on käyty läpi Winter War- kilpailijoiden itseraportoimia voima-, metcon- ja kestävyystuloksia (Boximedia 2018; Winter War, 2019). Tuloksista nähdään, että keski-ikä, -pituus ja -paino ovat pysyneet kolmen vuoden ajan varsin vakiona. Voimaominaisuudet puolestaan ovat kehittyneet vuosi vuodelta. Suorituskyky Benchmark-harjoituksissa ja soudussa vaikuttaisi parantuneen ja Cooperin testin tulos pysyneen ennallaan. Näiden tulosten pohjalta voitaisiin olettaa, että vuosi vuodelta kilpailujen taso kiristyy sekä voima- että kestävyysominaisuuksien osalta. Olettavasti myös karsinnoista läpi pääseminen vaatii entistä kovempaa kuntoa.

TAULUKKO 8. Winter War 2017 ja 2018- naiskilpailijoiden itseraportoimat tulokset ennen kilpailuja (Boximedia, 2018; Winter War, 2019).

	2017	2018	2019
Ikä (v)	27	26	28
Pituus (cm)	168	168	167
Paino (kg)	67	67	67
Maastaveto (kg)	134	136	140
Takakyykky (kg)	115	115	119,5
Työntö (kg)	84	87	89
Tempaus (kg)	67	70	72,5
Cindy (kier.)*	20	19	-
Jackie (min)*	7:37	7:31	-
Helen (min)*	9:39	8:49	-
DT (min)*	7:47	7:44	-
2km soutu (min)	7:55	7:38	-
Cooper juosten (m)	2780	2770	-

* *Cindy*= 20min amrap: 5 leuanvetoa/10 punnerrusta/15 ilmakyykkyä; *Jackie*= Aikaa vastaan: 1000m soutua/50 thrusteria @15kg /30 leuanvetoa; *Helen*= 3 kierrosta aikaa vastaan: 400m juoksua/21 kahvakuulaheilautusta @16kg/12 leukaa; DT= 5 kierrosta aikaa vastaan (42,5kg): 12 maastavetoa/9 raakaa rinnallevetoa riipusta/6 työntöä (Glassman 2004).

6.4 Tyypillinen lajisuoritus

Kilpailutilanteissa urheilijoiden kuntoa mitataan monin eri tavoin. Tyypillinen lajisuoritus on kestoltaan 5-10 minuuttia. Lajeissa tehdään usein joko toistoja aikaa annettua aikaa vastaan (AMRAP= as many rounds/reps as possible) tai annettu toistomäärä aikaa vastaan mahdollisimman nopeasti (For Time). Tällaisten lajien lisäksi kilpailuissa on usein pelkästään voimaa/taitoa testaavia lajeja. Suomessa järjestettävissä Winter War- kisoissa vuosina 2016-2018 14% lajeista on ollut voimaa mittaava laji ja loput 86 % AMRAP- tai For Time- lajeja. Maailman laajuisissa Crossfit Gameseissa prosentit ovat olleet 11 ja 89 %. (Pasanen, 2016.)

Benchmark-harjoitukset (s.10) ovat hyviä esimerkkejä crossfit-lajeista. Kuten näistä lajeista nähdään, tyypilliset crossfit-lajit sisältävät mm. kehonpainoliikkeitä, painonnostotangolla tehtäviä liikkeitä vaihtelevilla painoilla, kahvakuulaliikkeitä, juoksua ja soutua. Esimerkeistä nähdään, että lajit voivat olla hyvinkin vaihtelevia. Winter War 2019-kilpailuissa suoritettiin yhteensä 12 lajia. Lajeissa testattiin monipuolisesti kaikkia crossfit-elementtejä (aineenvaihdunnallinen harjoittelu, voimaominaisuudet ja voimistelu). Ensimmäisenä lajina oli 10 kilometrin soutu ergometrillä, joka testasi melko puhtaasti urheilijoiden kestävyyttä. Voimaa testattiin mm. työnnön yhden toiston maksimina. Taitoa ja nopeutta testattiin käsilläkävelynä esteradalla ja 20 metrin sprintillä. Eri crossfit-elementtejä puolestaan yhdisteltiin lajissa, jossa tuli tehdä kolme kierrosta seuraavia liikkeitä: varpaat tankoon (voimistelu), hiihtoa ergometrillä (aineenvaihdunnallinen) ja valakyykkyjä käsipainolla (voima). (Winter War, 2019.)

7 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESEIT

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää millä tasolla kansallisiin kilpailuihin osallistuvat ja niihin pyrkivät suomalaiset naiscrossfit-urheilijat ovat fyysisen suorituskyvyn osalta. Suorituskykyä mitattiin alaraajojen isometrisellä maksimivoimalla, kevennyshypyillä lisäpainolla ja ilman, yhden toiston maksimisuorituksilla raa'assa rinnallevedossa, pystypunnerruksessa ja takakykyssä sekä maksimaalista hapenottokykyä suoralla testillä. Lisäksi urheilijoilta tutkittiin antropometrisiä muuttujia.

Tutkimuskysymys 1. Onko naiscrossfit-kilpailijoiden ja -harrastajien välillä eroa antropometrisissä muuttujissa?

Hypoteesi 1: Kyllä. Suuremmalla lihasmassalla on positiivinen korrelaatio voimantuottoon, kriittiseen tehoon, suorituksen taloudellisuuteen ja anaerobiseen kapasiteettiin (Zatsiorsky & Kraemer, 2006, 48; Byrd ym. 2018; Bilgin ym. 2017). Näiden ominaisuuksien on todettu vaikuttavan positiivisesti suorituskykyyn crossfitissä. Pituudella ja painolla ei ole todettu olevan vaikutusta kuin yksittäisiin lajeihin (Butcher ym. 2015).

Tutkimuskysymys 2. Onko naiscrossfit-kilpailijoiden ja -harrastajien välillä eroa voimaominaisuuksissa?

Hypoteesi 2: Kyllä. Koko kehon voima vaikuttaisi korreloivan vahvasti tyypillisten crossfit-harjoitusten tulokseen (Butcher ym 2015). Lisäksi Zatsiorsky & Kramer (2006, 162) ovat todenneet, että parempi maksimivoima edesauttaa urheilijaa tekemään useampia toistoja kuormalla, joka on vähintään 25% maksimista. Täten voidaan olettaa, että crossfitissa kilpailevilla urheilijoilla on paremmat voimaominaisuudet verrattuna harrastajiin.

Tutkimuskysymys 3. Onko naiscrossfit-kilpailijoiden ja -harrastajien välillä eroa maksimaalisessa hapenotossa?

Hypoteesi 3: Ei. Butcher ym. (2015) tutkimuksen mukaan maksimaalinen hapenottokyky ei korreloinut kolmen erilaisen crossfit-harjoituksen tulosten kanssa. Kuitenkin Bellar ym. (2015) tutkimuksessa löytyi korrelaatio maksimaalisen hapenoton ja yhden crossfit-suorituksen välillä. Aiemmistä tutkimuksista löytyy siis tuloksia sekä puolesta että vastaan.

Tutkimuskysymys 4. Onko antropometrisillä tekijöillä yhteyttä voima- tai kestävyysominaisuuksiin?

Hypoteesi 4: Kyllä. Vikmoen ym. (2016) mukaan parempi maksimivoima parantaa kestävyys-suorituksen taloudellisuutta ja siten myös suorituskyyä. Lihasmassan ja voimaominaisuuksien välillä on todettu olevan positiivinen yhteys (Zatsiorsky & Kraemer, 2006, 48). Kehon lyhyt pituus vaikuttaisi olevan edullinen ominaisuus painonnostoliikkeille (Keogh ym. 2007).

8 MENETELMÄT

8.1 Tutkimusasetelma ja koehenkilöt

Tutkimuksessa oli koehenkilöinä eri tasoisia suomalaisia naiscrossfit-urheilijoita. Koehenkilöt jaettiin kahteen eri ryhmään. Toisella ryhmällä tuli olla useamman kuin yhden kilpailun kokemus kansallisista kilpailuista (=kilpailijat), ja toiseen ryhmään otettiin mukaan urheilijoita, jotka ovat karsineet näihin kilpailuihin, mutta eivät päässeet vielä kilpailemaan (=harrastajat). Rekrytointikanavana käytettiin sosiaalista mediaa ja suomalaista crossfit-aiheista internetjulkaisu Boximediaa. Kaikki koehenkilöt suorittivat samat testit valittujen protokollien mukaan.

Koehenkilöinä oli yhteensä 25 naiscrossfit-urheilijaa, jotka oli jaettu kahteen ryhmään. Ryhmä ”kilpailijat” (n=12) koostui urheilijoista, jotka olivat viimeisen vuoden aikana osallistuneet kahteen kolmesta karsittavista kisoissa suomessa (Karjalan Kivin 2016, Unbroken 2016 tai/ja Winter War 2017). Ryhmä ”harrastajat” (n=13) koostui urheilijoista, jotka olivat osallistuneet vähintään kaksiin karsintoihin viimeisen kahden vuoden aikana (Karjalan Kivin 2015/2016, Unbroken 2015/2016 tai/ja Winter War 2016/2017). Kaikkien koehenkilöiden tuli olla perusterveitä eikä heillä saanut olla harjoitteluun tai testien tekemiseen vaikuttavia vammoja tuki- ja liikuntaelimestössä. Koehenkilöiden perustiedot on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Koehenkilöiden perusominaisuudet.

Ryhmä	Kilpailijat	Harrastajat
Ikä (vuotta)	27,2 ± 2,9	29,6 ± 3,1
Pituus (cm)	166,8 ± 4,4	167,1 ± 4,3
Paino (kg)	67,3 ± 6,0	65,3 ± 5,4

8.2 Mittaukset

Kaikki tutkittavat täyttivät etukäteen suostumuslomakkeen. Mittaukset suoritettiin saman päivän aikana ja protokolla oli jokaiselle koehenkilölle sama. Koehenkilöt saapuivat mittauksiin yön yli paastonneena. Mittauksen jälkeen koehenkilöille tarjottiin aamupala, jonka aikana koehenkilöt täyttivät taustatietolomakkeen. Noin tunnin kuluttua aamupalan syömisestä aloitettiin voimamittaukset. Näiden mittausten jälkeen syötiin kevyt lounas. Iltapäivällä jokainen koehenkilö suoritti suoran maksimaalisen hapenoton testin.

8.2.1 Antropometriset muuttujat

Mittauspäivä alkoi aina pituuden mittaamisella ja kehonkoostumusmittauksella, joka tehtiin InBody 720-laitteella. Pituus mitattiin siten, että koehenkilö seiso i ilman kenkiä ja selkä suorana seinää vasten. Mittaaminen tapahtui mittanauhalla. Inbody-mittaus aloitettiin puhdistamalla jalkapohjat ja kämmenet desinfiointiaineella, jonka jälkeen koehenkilöt asettautuivat seisomaan mittauslaitteeseen. Jalkapohjat asetettiin niille määrättyihin paikkoihin ja laitteen käsikapulat otettiin käsiin. Kädet ohjeistettiin pidettäväksi hieman irrallaan kyljistä. Tämän jälkeen laitteeseen asetettiin esitiedot ja mittaus käynnistettiin. Mittauksen päätyttyä tulostettiin tuloslomake, josta saatuja arvoja on käytetty antropometrisissä muuttujissa.

8.2.2 Voimamittaukset

Voimamittauksia oli yhteensä viisi erilaista suoritusta: maksimaalinen isometrinen jalkaprässi, kevennyshyppy ilman lisäpainoa ja lisäpainolla sekä raaka rinnalleveto, pystypunnerrus ja takakyykky yhden toiston maksimina. Ennen voimamittauksia suoritettiin lämmittely kuntopyörällä polkien, jonka jälkeen koehenkilöt tekivät omatoimisia venytyksiä. Ykkösmaksimisuoritukseen jokainen koehenkilö teki samanlaiset lähestymissarjat: 5*50 %, 3*70 %, 2*80 % ja 1* 90 %, jossa prosenttiosuudet laskettiin erikseen jokaisen arvioidusta ykkösmaksimista. Maksimitulos pyrittiin löytämään 2–3 nostolla. Jokaisen sarjan, noston tai nostoyrityksen jälkeen pidettiin kolmen minuutin palautus. Koehenkilöt saivat käyttää apuna painonnostokenkiä ja -vyötä, magnesiumia sekä ranne- ja polvitukia.

Isometrinen jalkäprässi. Mittaukset tehtiin isometrisellä jalkaprässillä (Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä, Suomi, kuva 8) ja Signal 4.10-tietokoneohjelmalla (Cambridge Electronic Desing Ltd, Cambridge, Yhdistynyt kuningaskunta). Voimasignaalit kerättiin taajuudella 2000 Hz ja alle 20 Hz taajuudet suodatettiin. Koehenkilö asettui istumaan prässiin siten, että selkä oli kokonaisuudessaan kiinni selkänojassa ja jalkaterät asetettuna päätylevyyn teipeillä merkittyyn kohtiin. Polvikulma määritettiin kulmamitan avulla 107 asteeseen. Ohjeistus suoritukseen tapahtui siten, että ensin koehenkilöltä kysyttiin ”oletko valmis” ja tästä muutaman sekunnin kuluttua annettiin käsky tehdä suoritus huutamalla ”paina, paina, paina”. Koehenkilöitä ohjeistettiin tekemään suoritus mahdollisimman räjähtävästi ja ylläpitämään voimaa muutaman sekunnin ajan. Koehenkilöt saivat tehdä muutaman harjoitus-suorituksen 70–80 %:lla maksimista, jonka jälkeen oli kolme varsinaista suoritusta minuutin palautuksilla. Jos kolmas suoritus oli yli 5 % parempi kuin kaksi ensimmäistä, tehtiin vielä neljäs ja mahdollisesti viides yritys.



KUVA 8. Alaraajojen isometrisen maksimivoiman mittaamiseen käytetty laite (Seppänen, 2018)

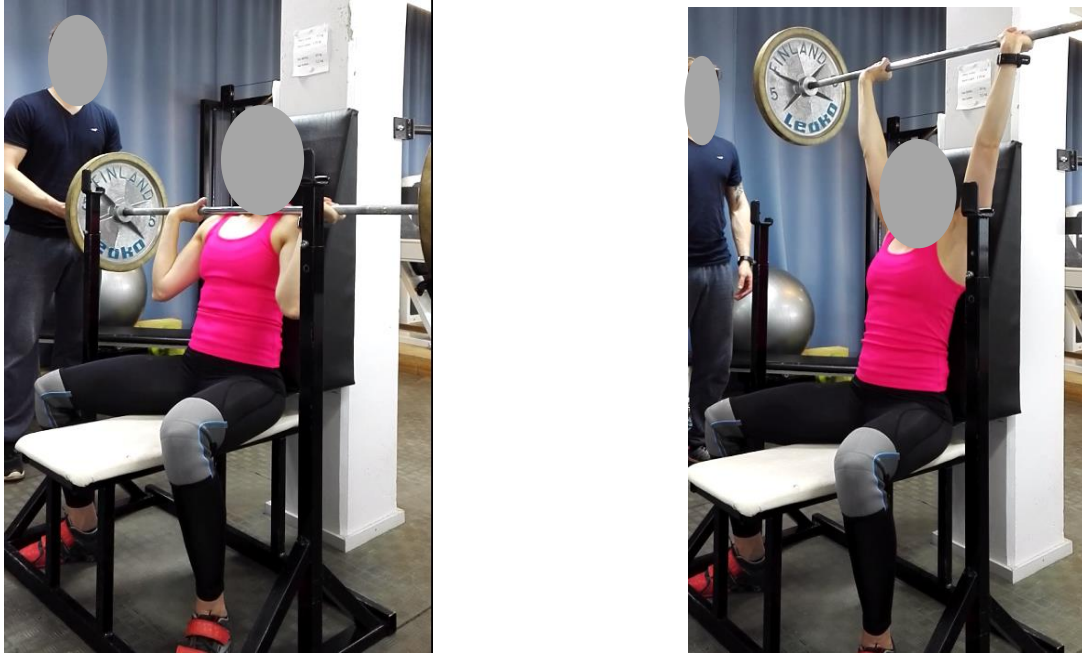
Kevennyshyppy. Hyppy tehtiin voimalevyn päällä (Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Suomi) ja hyppykorkeus laskettiin alustavasti lentoajan perusteella, mutta analysointivaiheessa hyppykorkeus määritettiin impulssin avulla. Analysointiin käytettiin Signal 4.10-tietokoneohjelmaa (Cambridge Electronic Design Ltd, Cambridge, Yhdistynyt kuningaskunta). Ensin tehtiin hyppy ilman lisäpainoa ja tämän jälkeen välittömästi hyppy lisäpainolla. Lisäpainoksi määritettiin 30 % arvioidusta takakyykyn ykkösmaksimista. Lisäpainona oli 20 kg:n levytanko, johon ladattiin oikea kuorma. Koehenkilöitä ohjeistettiin oikeaan suoritustekniikkaan sanallisesti ja mallisuorituksen avulla. Suoritusohjeet olivat seuraavat: Alkuasennossa jalat tulee suorana ja kädet lantiolla. Tästä nopea kevennys noin 90° polvikulmaan, jonka jälkeen räjähtävä ponnistus ylöspäin. Alastulo tulee olla päkiöille polvet suorana, jonka jälkeen alastuloa voi pehmentää koukistamalla polvia. Koehenkilöt saivat tässäkin 3-5 yritystä per hyppytapa, samalla periaatteella kuin jalkaprässissä.

Raaka rinnalleveto. Liike suoritettiin 15kg:n painonnostotangolla ja levypainoilla. Kuorman lastauksesta vastasi tutkija ja tutkimusavustajat. Alkuun tehtiin muutama lämmittelynosto tyhjällä tangolla, jonka jälkeen suoritettiin lähestymissarjat. Hyväksytyssä suorituksessa lantion tuli pysyä vastaanottovaiheessa polven yläpuolella. Loppuasennossa tangon tuli olla solisluiden yläpuolella, kyynärpäiden tangon etupuolella ja polvien täysin ojennettuna. Koehenkilöiden suorituksia videoitiin ja tarvittaessa suoritukset tarkistettiin jälkikäteen. Kuvassa 9 on havainnollistettu suoritustekniikkaa.



KUVA 9. Rinnallevedon vastaanottovaihe ja loppuasento.

Pystypunnerrus. Liike suoritettiin penkillä istuen. Tankona käytettiin samaa tankoa kuin rinnallevedossa. Koehenkilöt saivat ensimmäisenä tutustua liikesuoritukseen tyhjän tangon kanssa ja tässä vaiheessa annettiin tarvittaessa lisäohjeita oikeaan suoritustekniikkaan. Tämän jälkeen tehtiin lähestymissarjat. Oikeanlainen suoritustekniikka oli seuraavanlainen: suoritus tulee tehdä penkillä istuen, jalat maassa ja selän tulee koko ajan pysyä kiinni selkänojassa. Keskivartalo ei saa koukistua eikä sillä saa ottaa ”vauhtia”. Liikesuunnan tulee olla suoraan ylöspäin ja loppuasennossa kyynärpäiden tulee olla täysin ojentuneet. Suoritustekniikkaa on havainnollistettu kuvassa 10.



KUVA 10. Pystypunnerruksen alku- ja loppuasento.

Takakyykky. Liikkeessä käytettiin 20 kg:n painonnostotankoa, levypainoja ja kyykkytelinettä. Varmistajina toimi kaksi tutkimusharjoittelijaa sekä vaakatasossa olevat varmistusraudat. Lämmittelyt ja lähestymissarjat tehtiin saman kaavan mukaan kuin muissakin liikkeissä. Hyväksytyssä suorituksessa kyykyn ala-asennossa polvikulman tuli olla alle 90 astetta ja yläasennossa lantion täysin ojennettuna. Ala-asennon syvyyden varmistamiseen käytettiin painonostovyöhön kiinnitettävää metalliketjua, jonka tuli osua maahan hyväksytyssä suorituksessa. Ketjun pituus määriteltiin yksilöllisesti jokaiselle koehenkilölle. Kuvassa 11 on esitelty takakyykyn hyväksytty ala-asento.

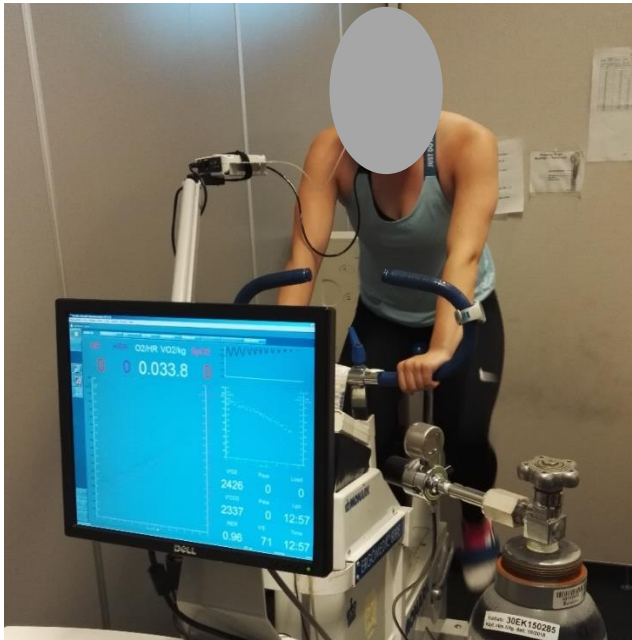


KUVA 11. Takakyykyn ala-asento.

8.2.3 Suora maksimaalisen hapenoton testi

Testit suoritettiin polkupyöräergometrillä (Monark Ergomedic 839E). Hengityskaasu-analysaattori kalibroitiin aina testien alussa. Ennen testien aloittamista koehenkilöt saivat säätää pyörän satulan sopivalle korkeudelle ja ohjaustangon itselleen sopivaan asentoon. Tämän jälkeen suoritettiin viiden minuutin alkuverryttely testin aloituskuormalla (50W). Testin päättymisen jälkeen poljettiin kymmenen minuutin palauttelu samalla kuormalla. Testissä noudatettiin seuraavaa protokollaa: Aloituskuorma oli 50W ja joka toisella minuutilla kuormaa nostettiin 25W. Poljentafrekvenssin tuli olla 65–70 krs/min. Testiä jatkettiin siihen asti, kunnes jokin tai useampi seuraavista lopetuskriteereistä täyttyi: poljentakierrokset tippuvat (pysyvästi) alle 65, VO_2 (hapenkulutus) saavuttaa tasanteen tai alkaa laskea, maksimisyke saavutetaan, RER yli 1.0 tai testattava tuntee saavuttaneensa maksimin ja haluaa lopettaa testin. Koko testin ajan seurattiin sykettä ja hengityskaasuja. Sykelukemat kirjattiin ylös jokaisen kuorman päätteeksi viimeisen kymmenen sekunnin keskiarvona ja hengityskaasut määriteltiin kolmenkymmenen sekunnin keskiarvoina testin

jälkeen. Laktaattiarvot mitattiin ennen testiä (lepolaktaatti), heti testin päätteeksi sekä 1, 4, 7 ja 10 minuutin kohdalla palautumisvaiheessa. (Nummela 2007, 64-69.) Kuvassa 12 on havainnollistettu suoran testin testiasetelma.



KUVA 12. Suoran maksimaalisen testin koeasetelma.

8.3 Tilastolliset analyysit

Tilastollisten analyysien tekemiseen käytettiin SPSS statistics- ohjelmaa, versiota 24.0. Tuloksissa käytettiin ohjelman antamia keskiarvoja ja -hajontoja. Merkitsevien erojen ja selvittämiseen käytettiin riippumattomien otosten t-testiä. Korrelaatioiden tutkiminen tehtiin bivariante-korrelaatioanalyysin avulla.

9 TULOKSET

9.1 Harjoittelun taustatiedot

Taulukossa 10 on esitetty koehenkilöiden itseraportoimat harjoittelutiedot. Ryhmien välillä havaittiin merkitsevät erot harjoitusvuosien ja kilpailuihin tähtäävän harjoittelun välillä. Kilpailijat ovat harjoitelleet keskimäärin $3,6 \pm 0,8$ vuotta, joista kilpailuihin tähtäävää harjoittelua on ollut $2,7 \pm 0,8$ vuotta. Harrastajilla puolestaan harjoitteluvuosia on ollut takana $2,5 \pm 0,9$, joista $1,3 \pm 0,8$ vuotta on ollut kilpailuihin tähtäävää harjoittelua. Näistä luvuista nähdään, että noin vuoden kuluttua harjoittelun aloittamisesta, harjoittelua muutetaan kilpailuihin tähtääväksi. Harjoituskerroissa merkitsevä ero oli kestävyysharjoittelu määrässä, kun taas harjoitustuntien väliltä ei ollut merkitsevää eroa ryhmien välillä.

TAULUKKO 10. Harjoittelun taustatiedot ryhmittäin.

Ryhmä	Kilpailijat (n= 12)	Harrastajat (n= 13)
Harjoitusvuodet (v)	$3,6 \pm 0,8^{**}$	$2,5 \pm 0,9$
Kilpailuihin tähtäävää harjoittelua (v)	$2,7 \pm 0,8^{**}$	$1,3 \pm 0,8$
Harjoituskerrat/vko (krt)	$7,0 \pm 1,5$	$7,4 \pm 3,5$
Voima/vko (krt)	$3,5 \pm 1,1$	$3,0 \pm 1,5$
Kestävyys/vko (krt)	$4,4 \pm 1,6^*$	$2,8 \pm 1,0$
Taito/vko (krt)	$2,6 \pm 1,4$	$2,0 \pm 1,0$
Harjoitustunnit/vko (h)	$13,2 \pm 2,5$	$10,7 \pm 4,8$

(** $p < 0,01$; * $p < 0,05$).

9.2 Antropometriset muuttujat

Taulukossa 11 on esitetty koehenkilöiden mitatut antropometriset muuttujat. Kilpailijoiden pituus oli keskimäärin $166,8 \pm 4,6$ cm ja harrastajien $167,1 \pm 4,5$ cm. Kehonpainoltaan kilpailijat olivat hieman kevyempiä kuin harrastajat ($67,3 \pm 6,3$ kg vs. $65,3 \pm 5,6$ kg), mutta merkitsevää eroa ei kuitenkaan ollut. Molempien ryhmien painoindeksit sijoittuvat normaalipainonalueelle eikä merkitsevää eroa ollut. Kilpailijoiden lihasmassa ($32,4 \pm 3,0$ kg) oli merkitsevästi suurempi kuin harrastajien ($30,2 \pm 2,2$ kg). Rasvamassassa eikä rasvamassa/lihasmassa- suhteessa ollut merkitsevää eroa.

TAULUKKO 11. Antropometriset muuttujat.

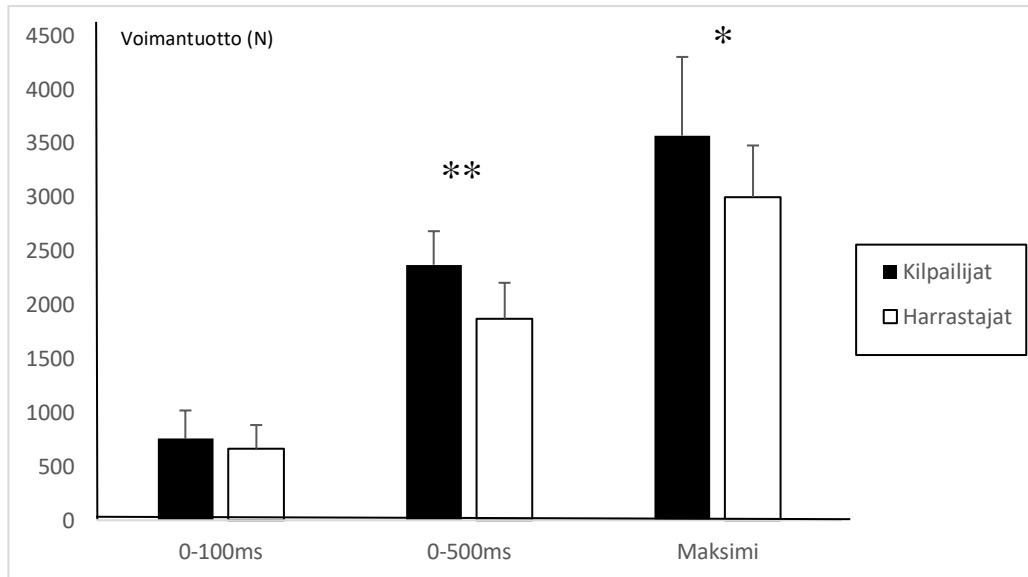
Ryhmä	Kilpailijat (n= 12)	Harrastajat (n= 13)
Pituus (cm)	$166,8 \pm 4,6$	$167,1 \pm 4,5$
Paino (kg)	$67,3 \pm 6,3$	$65,3 \pm 5,6$
BMI (kg/m ²)	$24,2 \pm 1,6$	$23,2 \pm 1,9$
Rasvaprosentti (%)	$15,3 \pm 3,8$	$17,0 \pm 5,3$
Rasvamassa (kg)	$10,4 \pm 3,2$	$11,2 \pm 4,2$
Lihasmassa (kg)	$32,4 \pm 3,0^*$	$30,2 \pm 2,2$
Rasvamassa/ Lihasmassa	$0,32 \pm 0,10$	$0,37 \pm 0,14$

(* p<0,05)

9.3 Voimantuotto-ominaisuudet

Alaraajojen ojentajalihasten isometrisen maksimivoiman tulokset on esitelty kuvassa 13 ja taulukossa 12. Näissä tuloksissa huomataan merkitsevä ero kokonaisvoimissa sekä absoluuttisessa voimantuotossa välillä 0-500ms. Kilpailijat-ryhmän absoluuttinen maksimivoima jalkaprässissä oli 3570 ± 763 N ja voimantuotto välillä 0-500ms oli $2372 \pm$

327 N. Harrastajat-ryhmällä vastaavat tulokset olivat 3001 ± 497 N ja 1871 ± 351 N. Suhteellisissa voimantuotoissa ei ollut merkitsevää eroa.



KUVA 13. Alaraajojen ojentajalihasten isometrinen maksimivoima ja keskimääräiset voimantuotot väleillä 0-100ms ja 0-500ms (** $p < 0,01$; * $p < 0,05$).

TAULUKKO 12. Voimantuotot väleillä 0-100ms ja 0-500ms suhteessa maksimivoimaan jalkaprässissä

Ryhmä	Kilpailijat (n=12)	Harrastajat (n=13)
Voimantuotto 0-100 ms/ kokonaisvoima	$0,22 \pm 0,09$	$0,23 \pm 0,08$
Voimantuotto 0-500ms/ kokonaisvoima	$0,69 \pm 0,12$	$0,66 \pm 0,10$

Alaraajojen isometristen voimantuottojen yhteyttä dynaamisiin voimatuloksiin on havainnollistettu taulukossa 13. Voimantuotto välillä 0-100 ms ei korreloinut dynaamisten muuttujien kanssa. Sen sijaan voimantuotto 0-500 ms välillä korreloi merkitsevästi muiden

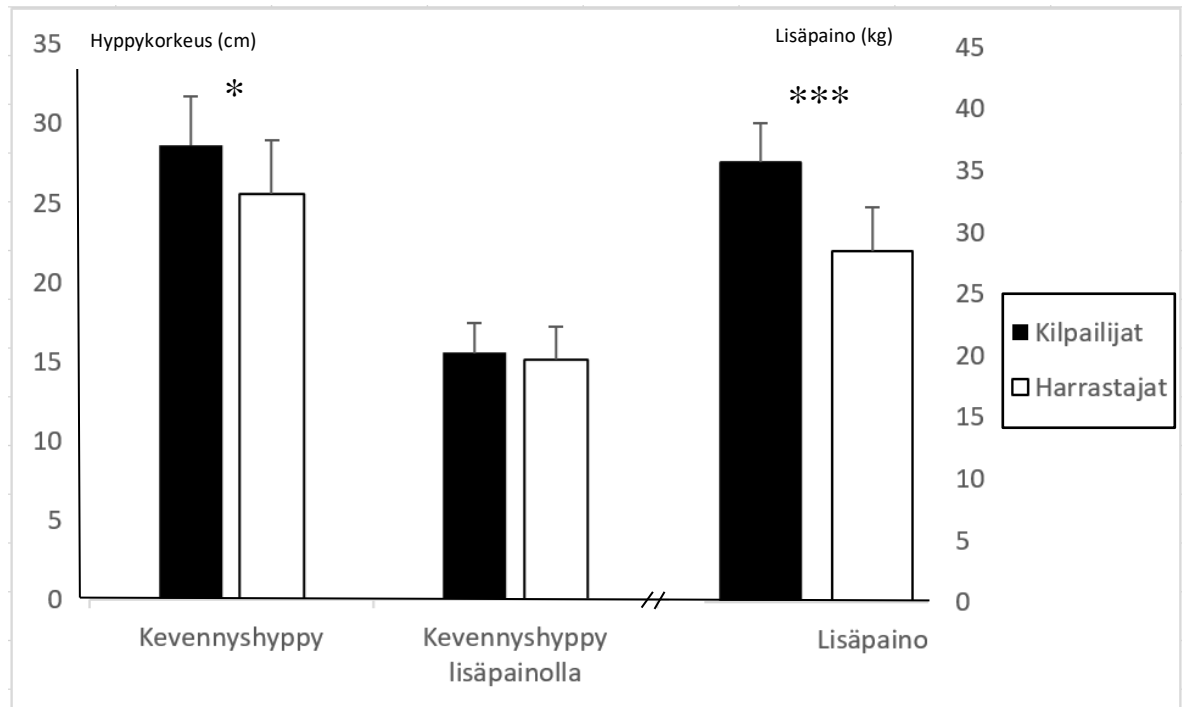
paitsi kevennyshyppytuloksen kanssa. Absoluuttinen maksimivoima oli merkitsevästi yhteydessä rinnallevedon, takakyökyn ja dynaamisten voimamittausten yhteistuloksen kanssa.

TAULUKKO 13. Alaraajojen isometrisen voimantuoton yhteys dynaamisiin muuttujiin.

	0-100 ms (N)	0-500 ms (N)	Maksimivoima (N)
Kevennyshyppy (cm)	,15	,31	,38
Kevennyshyppy lp (cm)	-,09	-,04	-,08
Rinnalleveto (kg)	,24	,62**	,42*
Pystypunnerrus (kg)	,23	,33*	,38
Takakyökky (kg)	,34	,76**	,42*
Yhteistulos (kg)	,31	,70**	,45*

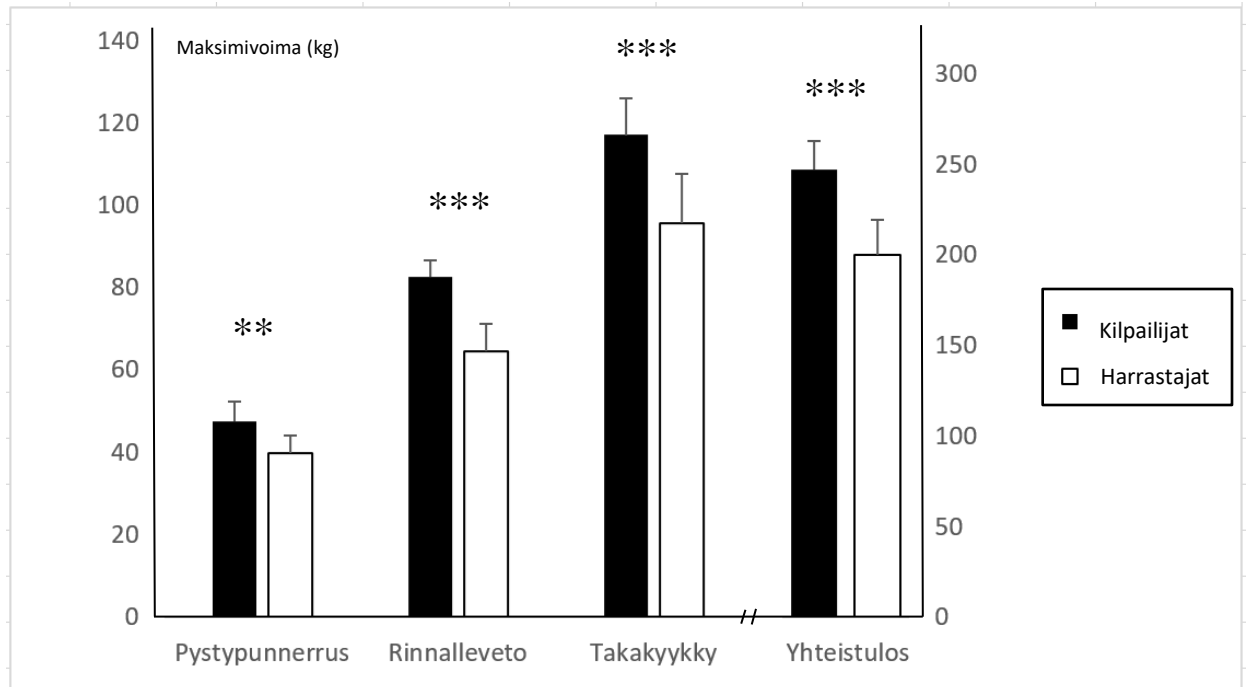
(** p< 0,01; * p<0,05)

Kevennyshyppyjen merkitsevät erot (kuva 14) ilmenivät ilman lisäpainoa tehdyssä kevennyshyppyssä ja lisäpainon (30 % takakyökyn 1RM:stä) määrässä. Kilpailijaryhmän kevennyshyppytulokset ilman lisäpainoa oli $28,6 \pm 3,2$ cm ja harrastajien $25,5 \pm 3,6$ cm. Lisäpainot puolestaan olivat $35,7 \pm 3,4$ kg ja $28,5 \pm 3,8$ kg.



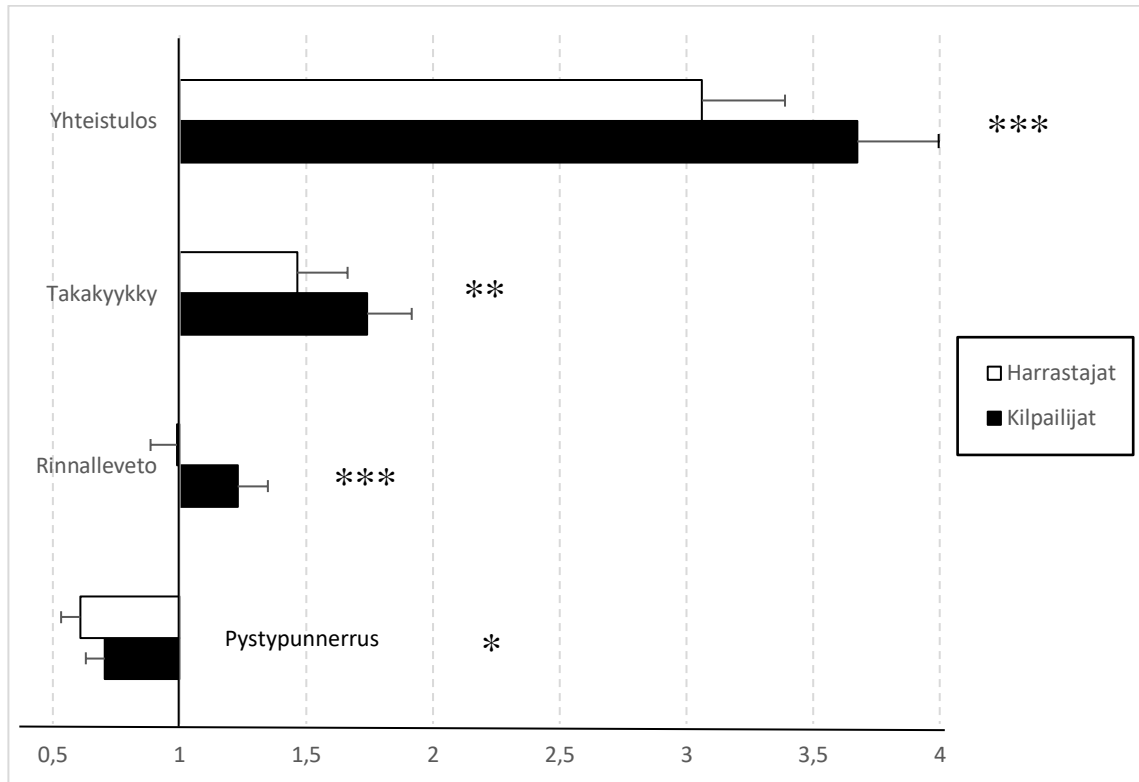
KUVA 14. Erilaiset kevennyshyppyt ja käytetyt lisäpainot (30% takakyökyn 1RM) (***) $p < 0,001$; * $p < 0,05$).

Dynaamisten maksimivoimatestien tulokset absoluuttisten arvojen osalta on esitetty kuvassa 15. Tuloksista huomataan, että kaikkien yksittäisten muuttujien kohdalla oli merkitsevät eroavaisuudet ryhmien välillä, jonka myötä myös yhteistulos erosi merkitsevästi. Rinnallevedossa ja takakyökkyssä erot olivat isoimmat. Rinnalleveto tulokset olivat $82,7 \pm 4,1$ kg ja $64,6 \pm 7,0$ kg. Takakyökkyksen osalta tulokset olivat $117,1 \pm 9,2$ kg ja $95,6 \pm 12,5$ kg.



KUVA 15. Dynaamiset maksimivoimat [1 RM] (*** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$).

Kehonpainoon suhteutetut dynaamiset voimatulokset on esitetty kuvassa 16. Kaikissa muuttujissa oli merkitsevät eroavaisuudet. Isoimmat erot havaitaan rinnallevedossa ja yhteistuloksessa. Rinnallevedossa kilpailijat nostivat yli oman kehonpainonsa ($1,24 \pm 0,12$) ja harrastavat jäivät juuri oman kehonpainon alle ($0,99 \pm 0,11$). Kokonaistuloksen osalta molemmat ryhmät pääsivät yli kolminkertaisiin arvoihin kehonpainoonsa verrattuna. Tulokset olivat $3,67 \pm 0,33$ ja $3,08 \pm 0,34$.



KUVA 16. Dynaamiset maksimivoimat suhteessa kehonpainoon (*** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$).

9.4 Kestävyysominaisuudet

Kestävyysominaisuuksissa (taulukko 14) merkitseviä eroja ryhmien väliltä löytyi maksimaalisista hapenoton arvoista ja maksimilaktaatista. Kilpailijat-ryhmällä kehon painoon suhteutettu hapenotto oli $46,19 \pm 4,01$ ml/kg/min ja harrastajilla puolestaan $42,69 \pm 3,12$ ml/kg/min. Maksimilaktaattiarvo on kilpailijat-ryhmällä alhaisempi kuin harrastajat-ryhmällä ($10,4 \pm 1,6$ vs. $12,5 \pm 2,4$ mmol/l).

TAULUKKO 14. Suoran kestävyystestin tulokset.

Ryhmä	Kilpailijat (n= 12)	Harrastajat (n= 13)
Suoritus aika (min)	17:44 ± 1:52	16:46 ± 2:12
VO ₂ max (l/min)	3,09 ± 0,19**	2,76 ± 0,33
VO ₂ max (ml/kg/min)	46,19 ± 4,01*	42,69 ± 3,12
maxL (mmol/l)	10,4 ± 1,6*	12,5 ± 2,4
Laktaatin poistonopeus (mmol/min)	0,35 ± 0,12	0,52 ± 0,30

(** p< 0,01; * p< 0,05)

9.5 Korrelaatiot muuttujien välillä

Taulukossa 15 on esitetty korrelaatioita eri muuttujien välillä. Taulukosta on nähtävissä selkeät yhteydet dynaamisten voimamuuttujien kesken. Antropometrisistä tekijöistä lihasmassa korreloi dynaamisten voimatulosten kanssa. Harrastusvuodet ovat yhteydessä dynaamisiin maksimivoimatuloksiin.

TAULUKKO 15. Kehonkoostumuksen ja eri fyysisen suorituskyvyn ominaisuuksien korrelaatiot

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1. Pituus (cm)	1										
2. Paino (kg)	,51**	1									
3. Lihasmassa (kg)	,65**	,74**	1								
4. Isometrinen prässi (N)	-,42*	-,16	-,01	1							
5. Kevennyshyppy (cm)	-,31	-,20	,07	,38	1						
6. Rinnalleveto (kg)	-,01	,27	,47*	,42*	,50*	1					
7. Pystypunnerrus (kg)	,08	,33	,59**	,38	,32	,76**	1				
8. Takakyykky (kg)	-,11	,31	,45*	,42*	,46*	,84**	,65**	1			
9. RV+PP+TK (kg)	-,04	,32	,52**	,45*	,48*	,96**	,81**	,95**	1		
10. VO ₂ max (ml/kg/min)	-,21	-,17	-,05	,31	,30	,42*	,01	,40*	,36	1	
11. Harrastusvuodet (v)	-,16	,09	,16	,41*	,21	,54**	,50*	,50*	,55**	,32	1

(*** p < 0,001; ** p < 0,01; * p < 0,05).

10 POHDINTA

Tämän tutkimuksen päätulokset osoittivat, että eri tasoisten suomalaisten naiscrossfit-urheilijoiden väliltä löytyy merkitseviä eroavaisuuksia antropometrisissä muuttujissa, voima- ja kestävyysominaisuuksissa. Selkeimmät erot kilpailijoiden ja harrastajien väliltä löydettiin dynaamisista maksimivoimista. Yksittäisiä merkittäviä eroja havaittiin myös isometrisissä jalkavoimissa, kevennyshypyissä ja kestävyysominaisuuksissa. Vähiten merkitseviä eroja löytyi kehonkoostumuksesta.

Ryhmien crossfit-harjoitustaustoista löytyi muutama merkitsevä eroavaisuus. Kilpailijat ovat harjoitelleet crossfittiä reilun vuoden pidempään kuin harrastajat. Lisäksi huomataan, että kilpailijat ovat harjoitelleet hieman pidempään kilpailuihin tähtäävästi kuin harrastajat ovat olleet lajin parissa ($2,7 \pm 0,8$ vs. $2,5 \pm 0,9$ vuotta). Viikkotason harjoitusmäärissä kilpailijoiden ja harrastajien välillä merkitsevä ero löytyi ainoastaan kestävyysharjoittelun määrässä. Näistä tiedoista voidaan päätellä, että päästäkseen kilpailemaan kansalliselle tasolle Suomessa, harjoitusvuosien määrä crossfitin parissa vaikuttaisin olevan suuremmassa roolissa, kun viikoittaiset harjoitusmäärät. Suuntaa antavana johtopäätelmänä voidaan olettaa, että nykypäivänä kansallisiin kilpailuihin pääseminen vaatii taakseen noin kolme vuotta crossfit-harjoittelua.

Urheilijoiden antropometriset tekijät olivat hyvin lähellä toisiaan. Pituuden osalta sekä kilpailijat että harrastajat ovat hieman pidempiä kuin keskiverto suomalaisnainen. Tähän tutkimukseen osallistuneet olivat noin 167cm pitkiä, kun taas suomalaisnaisten keskimääräinen pituus on 163cm (Borulin ym. 2013, 12). Aiemman tutkimustiedon valossa pituudella ei näyttäisi olevan korrelaatiota suorituskyykyyn crossfitissä (Butcher ym. 2015). Myös tämän tutkimuksen tulokset ovat samankaltaiset, sillä pituus ei korreloinut dynaamisten voimatulosten eikä kestävyysominaisuuksien kanssa. Vaikka tämä tutkimus ja Butcher ym. (2015) puoltavat sitä, että kokonaiskuvassa pituus ei vaikuta suorituskyykyyn crossfitissä, on kuitenkin näyttöä myös siitä, että yksittäisissä suorituksissa pituudesta voi olla haittaa tai

hyötyä. Hyötyä on esimerkiksi soudussa (Majumdar ym. 2017), kun taas voimisteluliikkeissä etu on lyhemmillä urheilijoilla (Zatsiorsky & Kraemer, 2006, 54).

Kaikki tutkimukseen osallistuneet urheilijat ovat normaalipainoisia ja ryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa. Kehonpaino ei vaikuttasi olevan yhteydessä mitattuihin ominaisuuksiin. Tämä tulos on päinvastainen mitä Butcher ym. (2015) tutkimuksessa, jossa urheilijan kehonpaino korreloi vahvasti pystypunnerruksen, maastavedon ja takakyökyn yhteistuloksen kanssa. Yksi mahdollinen selitys ristiriidalle on se, että Butcher ym. (2015) tutkimuksessa suurin osa (10/14) tutkittavista oli miehiä, kun taas tässä tutkimuksessa kaikki tutkittavat (N=25) olivat naisia. Miehillä on naisiin verrattuna suurempi osa kehonpainosta lihasta (Sandbakk ym. 2018), joka selittää korrelaation kehonpainon ja voimaominaisuuksien välillä Butcher ym (2015) tutkimuksessa. Tämän tutkimuksen perusteella voidaan olettaa, että naiscrossfit-urheilijoiden kohdalla kehonpaino ei vaikuta voima- eikä kestävyysominaisuuksiin.

Naisurheilijoiden kohdalla kehonpainon sijaan crossfitin näkökulmasta oleellisempaa on, mistä paino koostuu. Kilpailijoiden lihasmassa on merkittävästi suurempi mitä harrastajilla. Lihasmassa korreloikin merkitsevästi kaikkien dynaamisten maksimivoimatulosten kanssa. Lihaksen poikkipinta-alalla on voimantuottoon positiivinen vaikutus. Lihakset, joiden poikkipinta-ala on suurempi, ovat kykeneviä suurempaan voimantuottoon mitä samat lihakset pienemmällä poikkipinta-alalla. (Ikai & Fugunaga 1968.) Tämä selittää osittain kilpailijoiden paremmat voimatulokset isometrisessä jalkaprässissä sekä dynaamisissa maksimivoimatuloksissa. Kuitenkin lihasten koon ja voiman korrelaatio on tutkimuksesta ja lihasryhmästä riippuen välillä 0,23-0,7 (Hoffman & Escbar 2006), joten voimantuottoon vaikuttavat myös hermostolliset tekijät kuten voluntaarinen aktivaatio (Moritani & deVries 1979). Paremmat voimatulokset eivät siis todennäköisesti selity pelkästään suuremmalla lihasmassalla.

Selkeästi suurimmat ja merkittävimmät erot ryhmien väliltä löytyivät voimaominaisuuksista. Alaraajojen isometrisen maksimivoiman osalta kilpailijoilla absoluuttinen voimantuotto sekä

voimantuotto välillä 0-500ms olivat merkitsevästi suurempia mitä harrastajilla. Kilpailijat ovat siis pystyneet absoluuttisesti suurempaan voimantuottoon, mutta he ovat pystyneet tuottamaan voimaa myös nopeammin. Urheilija hyötyy absoluuttisesti suuremmasta voimasta silloin, kun voimantuotolle on rajattomasti aikaa. Useissa urheilusuorituksissa voimaa tulee tuottaa mahdollisimman paljon rajatussa ajassa, ja näissä tapauksissa urheilijalla on etua siitä, että pystyy tuottamaan voimaa nopeasti. (Häkkinen 1990, 33.) Koska crossfit vaatii urheilijan voimantuoton monipuolisuutta, yksi selittävä tekijä kilpailijoiden paremman menestyksen takana ovat paremmat voimaominaisuudet sekä maksimivoiman että nopean voimantuoton näkökulmasta.

Alaraajojen isometrisen voimantuoton muuttujista maksimivoima ja voimantuotto 0-500ms välillä korreloivat merkitsevästi myös rinnallevedon, takakyökyn ja dynaamisten voimatestien yhteistuloksen kanssa. Myös Dos Santos ym (2017) ja Nuzzo ym. (2008) tutkimuksista löytyi vahvat korrelaatiot rinnallevedon ykkösmaksimien ja isometrisen voimantuoton välillä. Rinnallevedon toisessa vedossa voimantuottoaika on 100-260 ms, jonka aikana tulee pystyä tuottamaan mahdollisimman paljon voimaa. Jos siis urheilija pystyy tuottamaan nopeasti voimaa isometrisessä voimatestissä, voimantuoton nopeuden vaikutus näkyy positiivisessa mielessä myös rinnallevetosuorituksessa. (Dos Santos ym. 2017.) Voidaan siis olettaa, että kilpailijoiden parempi tulos rinnallevedossa selittyy ainakin osittain sillä, että he pystyvät tuottamaan rajatussa ajassa enemmän voimaa.

Kevennyshyppykorkeuksien osalta merkittäviä eroja ryhmien väliltä löytyi kehonpainolla suoritettujen kevennyshyppyn korkeudessa ja lisäpainon määrässä. Lisäpainon määrä oli absoluuttisesti suurempi kilpailijoilla, mutta voimatasoihin suhteutettuna sama (30 % takakyökyn arvioidusta ykkösmaksimista). Yksi mahdollinen syy hyppytulosten eroavaisuuteen saattaisi löytyä hyppytekniikasta. Kaikkien koehenkilöiden kanssa käytiin oikea suoritustekniikka läpi, mutta osalle tekniikka oli ennestään tutumpi mitä toisille.

Sánchez-Sixto ym. (2018) mukaan ilman lisäpainoa suoritettujen kevennyshyppyn hyppykorkeuteen vaikuttaa kolme tekijää: kevennyksen syvyys, tuotettu voima ja

voimantuottoon käytetty aika. Kevennyksen syvyyden koehenkilöt pystyivät valitsemaan melko vapaasti ohjeistuksen olleessa ”kevennys noin 90 asteen kulmaan”, joten voidaan olettaa, että jokainen on saanut valita itselleen sopivimman kevennyksen määrän ja siten pystynyt parhaimpaan mahdolliseen suoritukseen. Voimantuoton määrää ja sen nopeutta voidaan epäsuorasti tarkastella alaraajojen isometrisen voimantuoton tuloksista. Näistä tuloksista nähdään se, että kilpailijat pystyvät tuottamaan voimaa enemmän ja myös nopeammin. Alaraajojen isometrisen voimantuoton ja ilman lisäpainoa tehdyn kevennyshypyn väliltä puuttui kuitenkin merkittävät korrelaatiot. Myöskään Nuzzo ym. (2008) ja Baker ym (1994) tutkimuksessa ei todettu merkittävää korrelaatiota jalkojen isometrisen voiman ja kevennyshyppykorkeuden välillä. Baker ym. (1994) mukaan korrelaation puuttuminen isometristen muuttujien ja kevennyshyppykorkeuden välillä johtuu pitkälti isometrisen ja dynaamisen lihastyön eroavaisuuksista. Isometrisestä lihastyöstä puuttuu kokonaan mm. venymis-lyhenemis-sykli, joka puolestaan on mukana kevennyshypyssä. (Baker ym 1994.) Puolestaan ilman lisäpainoa tehdyn kevennyshypyn korkeus korreloikin merkitsevästi sekä tässä että Nuzzo ym. (2008) tutkimuksessa dynaamisten maksimivoimatulosten kanssa.

Hyppykorkeudet lisäpainolla tehdyissä kevennyshypyissä olivat lähes samat molemmilla ryhmissä huolimatta siitä, että kilpailijoilla lisäpaino oli merkitsevästi suurempi. Stone ym. (2003) tutkimuksessa löydettiin korrelaatio lisäpainolla tehdyn kevennyshypyn tehontuotossa ja dynaamisen kyykyn yhden toiston maksimin välillä. Muita lisäpainollisen kevennyshypyn tulokseen vaikuttavia tekijöitä lähtövoima ja räjähtävä voima. (Stone ym. 2003.) Koska tässä tutkimuksessa isometrinen voimantuotto väleillä 0-100ms ja 0-500ms eivät korreloineet lisäpainollisen kevennyshypyn kanssa, jalkojen maksimaalinen voima ja lähtövoima ovat todennäköisimmin vahvimmin hyppykorkeuteen vaikuttavia tekijöitä. Voimatuloksista nähdään, että kilpailijoilla jalkojen dynaaminen maksimivoima on merkittävästi harrastajia parempi, joten se edesauttaa hyppysuorituksia sekä ilman lisäpainoa että lisäpainolla.

Dynaamisissa yhden toiston maksimituloksissa nähdään koko tutkimuksen selkeimmät ja merkittävimmät erot ryhmien välillä. Buther ym. (2015) mukaan crossfitissä on hyödyllistä

olla vahva koko kehon osalta ja tämän tutkimuksen tuloksista nähdään, että dynaamiset voimatulokset korreloivat keskenään. Eri voimamuuttujilla vaikuttaisi siis olevan positiivinen vaikutus toisiinsa. Tutkimuksessa suoritettiin voimatestejä ulkoista kuormaa vastaan, joten näistä tuloksista nähtiin kehon absoluuttinen voima. Voimatestien tulokset suhteutettiin myös kehonpainoon, jolloin pystytiin tarkastelemaan myös suhteellista voimaa. Koska ryhmien kehonpainoissa ei ollut merkittäviä eroavaisuuksia, absoluuttisten voimatasojen erot näkyivät myös suhteellisissa voimatasoissa.

Pystypunnerruksella testattiin urheilijoiden yläkehon ylöspäin suuntautuvaa maksimaalista voimantuottoa ja takakyyky puolestaan mittasi alaraajojen ja -selän dynaamista maksimivoimantuottoa. Kilpailijoiden tulokset olivat merkittävästi parempia molempien muuttujien osalta. Tuloksista nähdään, että lihasmassan määrä ja harjoitusvuodet korreloivat positiivisesti sekä pystypunnerruksen että takakyydyn maksimituloksen kanssa. Zatsiorskyn ja Kraemerin (2016, 162) mukaan hyvä maksimivoima edesauttaa urheilijaa tekemään useampia toistoja kuormalla, joka on yli 25% hänen yhden toiston maksimituloksesta. Myöskin mitä suurempi maksimivoima on, sitä useampia toistoja urheilija pystyy tekemään isommalla kuormalla. Tämä on crossfitin kannalta tärkeä havainto, sillä ulkoiset kuormat lajeissa ovat kaikille urheilijoilla aina samat. Voidaan siis olettaa, että hyvä dynaaminen maksimivoima on yksi selitys siihen, miksi kilpailijat-ryhmä on menestynyt kilpailuiden karsinnoissa harrastajia paremmin. Kuitenkin pitää ottaa huomioon, että crossfitissä joudutaan liikuttelemaan myös kevyempiä kuormia, jolloin puolestaan korostuvat kestävyysominaisuudet (Zatsiorsky & Kraemer, 2016, 164).

Rinnalleveto oli liikkeistä teknisesti vaativin, ja samalla se mittasi parhaiten koko kehon voimantuottoa. Onnistunut maksimaalinen rinnallevetosuoritus vaatii oikeanlaista rytmitystä, tangon optimaalisen liikeradan (Kipp & Meinerz 2017) ja hyvää dynaamista maksimivoimaa (Stone ym. 2005). Kilpailijoiden parempaa tulosta tässä selittää todennäköisesti parempi tekniikka (rytmitys) sekä nopeampi voimantuotto, mikä nähtiin tämän tutkimuksen isometrisistä voimatuloksista. Kilpailijat pystyivät isometrisessä testissä tuottamaan merkittävästi enemmän voimaa 0-500ms välillä, minkä on todettu korreloivan rinnallevedon

kanssa (Dos Santos ym. 2017). Sekä Stone ym. (2005) tutkimuksessa että tässä tutkimuksessa löytyi merkitsevä korrelaatio takakykyyn ja rinnallevedon ykkösmaksimin välillä. Tämän tutkimuksen tuloksissa myös pystypunnerruksen tulos korreloi rinnallevedon kanssa. Korrelaatio näiden ominaisuuksien välillä johtunee siitä, että koko kehon voimatuottokyky vaikuttaa vahvasti painonnostosuorituksen aikana tuotettuun huipputehoon, mikä puolestaan on yksittäinen merkittävä tekijä siinä, kuinka paljon urheilija kykenee nostamaan. (Stone ym. 2005.) Täten voidaan tehdä johtopäätös, että crossfit-urheilijalla tulee olla hyvät maksimivoimatasot myös siksi, että hän olisi mahdollisimman vahva painonnostosuorituksissa ja niiden eri variaatioissa.

Kestävyysominaisuuksien osalta merkitseviä eroja ryhmien välillä oli absoluuttisessa ja kehonpainoon suhteutetussa maksimihapenotossa sekä maksimilaktaatissa. Kilpailijoilla oli merkitsevästi korkeammat maksimihapenoton arvot, mutta maksimilaktaatti oli alhaisempi kuin harrastajilla. Tässä tutkimuksessa saavutetut $VO_2\max$ -arvot olivat selkeästi alhaisempia kuin kestävyysurheilijoilla. Naiskestävyysurheilijoilla hapenotto saattaa olla jopa 75 ml/kg/min (Nummela 2016, 137). Tässä tutkimuksessa korkeammat $VO_2\max$ -arvot kilpailijoilla selittyvät ainakin osittain merkitsevästi suuremmasta kestävyysharjoittelumäärästä viikkotasolla. Toinen mahdollinen selittävä tekijä on suorituksen taloudellisuus, mikä osittain selittäisi myös alhaisemman maksimilaktaattiarvon. Vikmoen ym. (2016) tutkivat naispyöräilijöitä ja heidän mukaansa voimaharjoittelu parantaa suorituksen taloudellisuutta polkupyöräergometrillä suoritettussa maksimaalisessa kuormituksessa. Reisien maksimivoiman ollessa korkeampi, pyöräily ergometrillä vaatii voimaan nähden suhteellisesti pienempää tehontuottoa jaloista. (Vikmoen ym. 2016.) Takakykyyn maksimitulos ja $VO_2\max$ (ml/kg/min) korreloivatkin kohtalaisesti tässä tutkimuksessa. Crossfitissä urheilija hyötynee hyvistä dynaamisista voimaominaisuuksista siinä mielessä, että syklistä voimantuottoa ja kestovoimaa vaativat liikkeet pystytään tekemään taloudellisemmin, jolloin elimistöön kertyy hitaammin laktaattia. Voimaharjoittelu ei kuitenkaan itsessään paranna kestävyysominaisuuksia vaan se saattaa parantaa kestävyysuorituskykyä nimenomaan juuri yksittäisten työvaiheiden taloudellisuuden paranemisen kautta (Häkkinen 1990, 147).

Vaikka aiemman tutkimustiedon valossa kyky työskennellä anaerobisella kynnyksellä vaikuttaisi olevan yhtä tärkeä tai jopa tärkeämpi ominaisuus kuin maksimaalinen hapenotto suorituskyvyille crossfitissä (Butcher ym. 2015; Bellar ym. 2015), maksimaalinen hapenottokyky vaikuttaisi kuitenkin olevan yhteydessä urheilijan palautumiskykyyn (Tomlin & Wenger, 2001). Hyvä palautumiskyky on tärkeä ominaisuus crossfitissä, sillä kilpailuissa suoritetaan useita lajeja päivän aikana, jolloin aikaa palautumiselle on rajoitetusti. Parempi $VO_2\max$ edesauttaa urheilijaa siinä, että mitä enemmän tai pidempään urheilija pystyy työskentelemään aerobisesti, sitä vähemmän hän joutuu tuottamaan energiaa anaerobisesti, ja välttää siten pidempään väsymyksen ja laktaatin kertymistä kehoon (Tomlin & Wenger, 2001). Tämä näkyy tämän tutkimuksen tuloksissa siten, että vaikka kilpailijat-ryhmä on polkenut suorassa testissä pidempään, heidän laktaattiarvonsa ovat jääneet pienemmiksi. Korkeampi $VO_2\max$ auttaa palautumista myös siinä mielessä, että kapillaarien määrä elimistössä on suurempi, jolloin verenvirtaus lihaksiin ja lihaksista on parempaa (Tomlin & Wenger, 2001). Tämä puolestaan tehostaa laktaatin poistumista lihaksistosta, jolloin palautuminen on nopeampaa. Tässä tutkimuksessa harrastajat-ryhmällä oli hieman nopeampi poistonopeus, vaikka ero ei ollut merkitsevä verrattuna kilpailijat-ryhmään. Poistonopeuteen vaikuttaa myös maksimilaktaatti, sillä mitä korkeammalle laktaattipitoisuus nousee, sitä nopeammin sitä myös poistuu elimistöstä (Nummela, 2004). Harrastajilla maksimilaktaatti oli alun perin korkeampi, joten laktaatin parempi poistonopeus voinee johtua myös tästä. Poistonopeuden mittaamiseen liittyy myös yleinen ongelma. Laktaatti kertyy lihaksiin, mutta sen pitoisuutta mitataan epäsuorasti verestä. Tämä saattaa aiheuttaa todellisten laktaattiarvojen vääristymää. (Tomlin & Wenger, 2001.)

Maksimaalisen hapenottoon ja maksimilaktaattiin on saattanut vaikuttaa se, että suoran testin protokolla on ennalta määrätty ja koehenkilöt eivät pysty itse säätämään vauhtia. On todettu, että kun urheilija pystyy itse määrittämään suorituksen tahdin, sekä $VO_2\max$ että maksimilaktaatti nousevat korkeammalle (Beltz ym. 2016). Ennalta määritetyn protokollan etuna on kuitenkin se, että protokolla on kaikille sama ja täten tulokset ovat luotettavampia. Toisena vaikuttavana tekijä on se, että polkupyöräergometri kuormittaa vain alaraajojen lihaksistoa, kun taas crossfit kuormittaa koko kehoa. Aiemmasta tutkimuksesta nähdään, että

20 minuutin crossfit-harjoitus on nostanut maksimilaktaatin jopa $14,5 \pm 3,2$ mmol/l tasolle (Fernández-Fernández ym. 2015), kun tässä tutkimuksessa maksimilaktaatit polkupyöräkuormituksessa olivat $10,4 \pm 1,6$ ja $12,5 \pm 2,4$ mmol/l. Tulevaisuuden tutkimuksissa olisikin hyvä pyrkiä mittamaan kestävyysominaisuuksia myös lajispesifisti.

10.1 Johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa eri tasoisten suomalaisten naiscrossfit-urheilijoiden välillä suurimmat erot ovat voimaominaisuuksissa. Kansalliselle tasolle pyrkivien crossfit-urheilijoiden tulisi pyrkiä siis saavuttamaan riittävät voimatasot. Maksimivoima edistää urheilijan kykyä liikutella absoluuttisesti isompia painoja myös väsyneenä (Zatsiorsky & Kraemer, 2006, 162). Maksimivoiman lisäksi kilpailijoilla oli myös paremmat nopean voimantuoton ominaisuudet, jotka ilmenivät rinnallevedossa ja kevennyshypyssä ilman lisäpainoa. Maksimaalisen hapenoton osalta ero ryhmien välillä oli myös merkitsevä, joka viittaisi siihen, että myös hapenottokyvyllä on merkitys merkitystä crossfitissä. Voidaan siis ajatella, että jotta Suomessa voi menestyä kansallisella tasolla naisissa, maksimaalisen hapenoton tulee olla lähellä 50ml/kg/min (polkupyöräergometrillä testattuna) ja maksimaalisten voimatasojen sellaiset, että urheilija pystyy mahdollisimman tehokkaasti liikuttamaan eri painoisia kuormia. Myös nopea voimantuotto on hyödyksi crossfitissä, sillä lajiin sisältyy liikkeitä, joissa on rajallinen voimantuottoaika.

Antropometrinen muuttujien osalta pituudella ja painolla ei ollut eroa tutkittavien ryhmien välillä eikä nämä olleet yhteyksissä voima- tai kestävyysominaisuuksiin. Tämä viittaa siihen, että näillä tekijöillä ei ole vaikutusta kansalliselle tasolle pääsemiseen naisten sarjassa. Sen sijaan lihamassan määrässä oli merkitsevä ero, ja se myös korreloi dynaamisten yhden toiston maksimitulosten kanssa. Lihamassan määrä ei puolestaan vaikuta maksimaaliseen hapenottoon.

10.2 Tutkimuksen virhelähteet ja tulevaisuuden tutkimusehdotukset

Tutkimuksiin liittyy aina mahdollisia virhelähteitä ja niin myös tähänkin tutkimukseen. Mittaustilanne on aina normaaleista harjoitusolosuhteista poikkeava ja saattaa vaikuttaa tulostasoon. Osa testeistä ei ollut tutkittaville ennestään tuttuja, joten he eivät välttämättä ole pystyneet suorittamaan mittauksia parhaalla mahdollisella tavalla. Vaikka suoritustekniikat pyrittiin vakioimaan ja tarkkailemaan mahdollisimman hyvin, näissä on saattanut olla pieniä eroavaisuuksia. Lisäksi maksimaalisten testien suorittamiseen vaikuttaa aina motivaatio, joka saattaa heitellä pitkän testipäivän aikana.

Tämän tutkimuksen pohjalta voidaan löytää selkeitä suuntaviivoja tulevaisuuden crossfit-aiheisille tutkimuksille. Tässä tutkimuksessa tarkastelun kohteena oli ainoastaan naisurheilijat, joten jatkossa tulisi selvittää myös miesurheilijoiden ominaisuuksia. Voimaominaisuuksien osalta tutkimus keskittyi pääosin maksimivoimien tutkimiseen. Jatkossa tulisi tutkia myös paremmin myös nopeus- ja erityisesti kesto-voimaominaisuuksia. Voimatestejä voisi suorittaa myös kehonpainolla, sillä kehonpainoliikkeet ovat oleellisessa roolissa crossfit-lajeissa. Kestävyysominaisuuksista tulisi ehdottomasti tutkia anaerobista kynnystehoa ja sen vaikutusta crossfit-suorituksiin. Lisäksi tulisi tutkia todellisten crossfit-harjoitusten vasteita elimistöön, jotta päästään vielä paremmin kiinni siihen, mitkä fysiologiset ominaisuudet crossfitissä ovat tärkeitä ja sitä, korostuuko jokin ominaisuus ylitse muiden.

11 LÄHTEET

- Akonniemi, A., Kormilainen, V. & Tuppurainen, M. 2018. Kaikki Crossfit-harjoittelusta. Fitra. Suomi.
- Baker, D.W., Wilson, G., & Carlyon, B. 1994. Generality Versus Specificity: A Comparison of Dynamic and Isometric Measures of Strength and Speed-Strength. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 68, 350-355.
- Bellar, D., Hatchett, A., Judge, L. W., Breaux, M. E. & Marcus L. 2015. The Relationship of Aerobic Capacity, Anaerobic Peak Power and Experience to Performance in Crossfit Exercise. *Biology of Sport* 32, 315-320.
- Beltz, N. M., Gibson, A. L., Janot, J. M., Kravitz, L., Mermier, C. M., & Dalleck, L. C. 2016. Graded Exercise Testing Protocols for the Determination of VO₂max: Historical Perspectives, Progress, and Future Considerations. *Journal of sports medicine*, doi:10.1155/2016/3968393.
- Bergeron, B. 2012. Periodizing for the Games. *CrossFit Journal*. <https://journal.crossfit.com/>
- Bilgin, Ü., Çetin, E., Çolak, M., Yarim, İ. & Taşkin, H. 2017. Is Body Fat Ratio Of Lower Extremities A Predictor Of Race Time In University Triathletes? *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi Cilt 11*, 227-233.
- Bompa, T.O. & Haff, G.G. 2009. *Periodization, Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics, USA.
- Borodulin, K., Levälähti, E., Saarikoski, L., Lund, L., Juolevi, A., Grönholm, M., Jula, A., Laatikainen, T., Männistö, S., Peltonen, M., Salomaa, V., Sundvall, J., Taimi, M., Virtanen, S. & Vartiainen, E. 2013. Kansallinen FINRISKI 2012 -terveystutkimus - Osa 2: Tutkimuksen taulukkoliite. <http://www.julkari.fi/handle/10024/114942>. Viitattu 21.2.2019.
- Boximedia. 2017. Riittäisivätkö rahkeet Winter War -kilpailijaksi? Viitattu 16.2.2017. <https://boximedia.fi/riittaisivatko-rahkeet/>.
- Boximedia. 2017. Regionaalit muuttuvat – mitä se tarkoittaa? Viitattu 21.11.2017. <https://boximedia.fi/regionaalit-muuttuvat-mita-se-tarkoittaa/>.

- Boximedia. 2018. Winter War- kilpailuihin lähtee entistä kovatkuntoisempia urheilijoita. Viitattu 27.11.2018.
<https://boximedia.fi/winter-war-kilpailuihin-lahtee-entistakin-kovatkuntoisempia-urheilijoita/>
- Butcher, S. J., Neyedly, T. J., Horvey, K. J. & Benko, C. R. 2015. Do physiological measures predict selected CrossFit® benchmark performance? Journal of Sports Medicine 6, 241-247.
- Byrd, M. T., Switalla, J. R., Eastman, J.E., Wallace, B. J., Clasey, J. L. & Bergstrom, H. C. 2018. Contributions of Body-Composition Characteristics to Critical Power and Anaerobic Work Capacity. International Journal of Sports Physiology and Performance 13, 189-193.
- CrossFit Games. 2017. About the Games. Viitattu 21.11.2017.
<https://games.crossfit.com/about-the-games>
- CrossFit Games. 2017b. Games events. Viitattu 11.1.2017.
<https://games.crossfit.com/workouts/games/2017>.
- CrossFit Games. 2018a. Leaderboard. Viitattu 10.9.2018 & 27.2.2019.
<https://games.crossfit.com/leaderboard/games/2018?division=1&sort=0&page=1>
- CrossFit Games. 2018b. Viitattu 3.10.2018. <https://games.crossfit.com/article/four-more-crossfit-sanctioned-events-four-continents>
- CrossFit Games. 2019a. Leaderboard. Viitattu 27.2.2019.
https://games.crossfit.com/leaderboard/open/2019?country_champions=0&division=2&sort=0&scaled=0&page=1
- Crossfit Games, 2019b. Regionals. Viitattu 11.4.2019.
<https://games.crossfit.com/regionals/overview>
- CrossFit Games. 2019c. Workouts. Viitattu 27.2.2019.
<https://games.crossfit.com/workouts/open/2019>
- Dallas, G., Zacharogiannis, E. & Paradisis, G. 2013. Physiological Profile of Elite Greek Gymnasts. Journal of Physical Education and Sport 13, 27-32.
- Deaner, R. O., Lowen A., Rogers W. & Saksa E. 2015. Does the sex difference in

- competitiveness decrease in selective sub-populations? A test with intercollegiate distance runners. *PeerJ* 3:e884
- DiSanto, M., Valentine, G. & Boutagy, N. 2015. Weightlifting Movements From Full Extension: The Snatch and Clean. *Strength and conditioning Journal* 37, 1-4.
- Dos Santos, T., Thomas, C., Comfort, P., McMahon, J. J. & Jones, P. A. 2017. Relationships between Isometric Force-Time Characteristics and Dynamic Performance. *Sports* 5, 68.
- Drake, N., Smeed, J., Carper, M. J. & Crawford, D. A. 2017. Effects of Short-Term CrossFit Training: A Magnitude-Based Approach. *Journal of Exercise Physiology* 20, 111-113.
- Edwardsen, E., Hem, E., & Anderssen, S. A. 2014. End criteria for reaching maximal oxygen uptake must be strict and adjusted to sex and age: a cross-sectional study. *PLoS one* 9, 1-8. 10.1371/journal.pone.0085276.
- Escobar, K.A., Morales, J. & VanDusseldorp, T.A. 2017. Metabolic Profile of a Crossfit Training Bout. *Journal of Human Sport and Exercise* 12, 1248-1255.
- Fernández-Fernández, J., Sabido-Solana, R., Moya, D., Sarabia, J.M. & Moya M. 2015. Acute Physiological Responses During CrossFit Workouts. *European Journal of Human Movement* 35, 114-124.
- Ford, L. E., Dettlerline, A. J., Ho, K. K. & Cao, W. 2000. Gender- and Height-Related Limits of Muscle Strength in World Weightlifting Champions. *Journal of Applied Physiology* 89, 1061-1064.
- García-Pallarés, J., García-Fernández, M., Sánzed-Medina, M. & Isquierdo, M. 2010. Performance changes in world-class kayakers following two different training periodization models. *European Journal of Applied Physiology* 110, 99–107.
- Garhammer, J. & Takano, B. 2003. Training for Weightlifting. Teoksessa Komi P. V. (toim.) Strength and power in sport. 2. painos. Osney Mead, Oxford; Malden, MA: Blackwell Science, 502–515.
- Glassman G. 2002a. Foundations. *Crossfit Journal*.
<https://journal.crossfit.com/>.
- Glassman, G. 2002b. What is Fitness?. *Crossfit Journal*.

<https://journal.crossfit.com/>.

- Glassman G. 2004. The New Girls. CrossFit Journal. <https://journal.crossfit.com/> .
- Glassman G. 2008. Theoretical Template for CrossFit's Programming. CrossFit Journal. <https://journal.crossfit.com/>.
- Gourgoulis, V., Aggelousis, N., Mavromatis, G. & Garas, A. 2000. Three-dimensional kinematic analysis of the snatch of elite Greek weightlifters. *Journal of Sports Sciences* 18, 643-652.
- Ikai, M. & Fugunaga, T. 1968. Calculation of Muscle Strength per Unit Cross-Sectional Area of Human Muscle by Means of Ultrasonic Measurement. *Internationale Zeitschrift für Angewandte Physiologie* 26, 26-32.
- Heinrich, K. M., Patel, P. M., O'Neil, J. M. & Heinrich, B. S. 2014. High-intensity Compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: an intervention study. *BMC Public Health* 14, 789-794.
- Hoffman, E. P., & Escolar, D. 2006. Translating Mighty Mice Into Neuromuscular Therapeutics: Is Bigger Muscle Better? *The American Journal of Pathology* 168, 1775-8.
- Hoffman, M. D. 2008. Anthropometric Characteristics of Ultramarathoners. *International Journal of Sports and Medicine* 29, 808-811.
- Häkkinen, K. 1990. Voimaharjoittelun perusteet. Gummerrus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Häkkinen, K. & Ahtiainen, J. 2016. Maksimivoimaharjoittelu. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. *Huippu-urheiluvalmennus*. VK-kustannus Oy, Lahti.
- Issurin, V. 2008. Block periodization versus traditional training theory: a review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 48, 65-75.
- Jemni, M., Sands, W.A., Friemel, F., Stone, M. & Cooke, C.B. 2006. Any Effect of Gymnastics Training on Upper-Body and Lower-Body Aerobic and Power Components in National and International Male Gymnasts? *Journal of Strength and Conditioning Research* 20, 899-907.
- Keogh, J. W. L., Hume, P. A., Pearson, S. N. & Mellow, P. 2007. Anthropometric Dimensions of Male Powerlifters of Varying Body Mass. *Journal of Sports*

- Sciences 25, 1365-1376.
- Kipp, K. & Meinerz, C. (2017): A Biomechanical Comparison of Successful and Unsuccessful Power Clean Attempts. *Sports Biomechanics* 16, 1-11.
- Klusiewicz, A., Starczewski, M., Ładyga, M., Długołęcka, B., Braksator, W., Mamcarz, A. & Sitkowski, D. 2014. Reference Values of Maximal Oxygen Uptake for Polish Rowers. *Journal of Human Kinetics* 44, 121-127.
- Langinkoski, A. 2014. Miksi kunnon kohottamisen pitäisi tuntua hyvältä, eikä pahalta? <https://www.trainer4you.fi/blogi/miksi-kunnon-kohottamisen-pitaisi-tuntua-hyvalta-eika-pahalta/>, viitattu 14.6.2019.
- Larson C. 2015. Vo2 Max-Effort Lift. *Crossfit Journal*. October 2015, 1-4.
- Losnegard, T., Myklebust, H., Spencer, M. & Hallén J. 2013. Seasonal Variations In $\dot{V}O_{2max}$, O₂-Cost, O₂-Deficit, And Performance In Elite Cross-Country Skiers. *Journal of Strength and Conditioning Research* 27, 1780-1790.
- Lundahl, K. 2016. Painonnoston lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. *Huippu-urheiluvalmennus*. VK-kustannus Oy, Lahti.
- Majumdar, P., Das, D. & Mandal, M. 2017. Physical and strength variables as a predictor of 2000m rowing ergometer performance in elite rowers. *Journal of Physical Education and Sport* 17, 2502 – 2507.
- Maté-Muñoz, J. L., Lougedo, J. H., Barba, M., Cañuelo-Márquez, A. M., Guodemar-Pérez, J., García-Fernández, P., Lozano-Estevan, M. D. C., Alonso-Melero, R., Sánchez-Calabuig, M. A., Ruíz-López, M., de Jesús, F. & Garnacho-Castaño, M. V. 2018. Cardiometabolic and Muscular Fatigue Responses to Different CrossFit® Workouts. *Journal of Sports Science and Medicine*, 17, 668-679.
- McArdle, W., Katch, F. & Katch, V. 2010. *Exercise Physiology. Nutrition, Energy, and Human Performance*. 7. painos. Wolters Kluwer Health, Baltimore. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Miller, A. E. J., MacDougall, J. D., Tarnopolsky, M. A. & Sale, D. G. 1993. *European Journal of Applied Physiology* 66, 254.

- Mittelman, K. D. & Zacher, C. M. 2000. Factors Influencing Endurance Performance, Strength, Flexibility and Coordination. Teoksessa Drinkwater, B. L. Women in Sport. Blackwell Science. Iso-Britannia.
- Moritani, T. & deVries, T. A. 1979. Neural Factors Versus Hypertrophy in The Time Course of Muscle Strength Gain. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation 53, 115-130.
- Murphy, T.J. 2013. Crossfit: kuinka monipuolinen harjoittelu palautti kykyini juosta. Suom. Heikkeri, L & Siimes, M. 2.painos. Nemo, Helsinki.
- Nummela, A. 2010. Energia-aineenvaihdunta ja kuormitus. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K & Häkkinen, K. Urheiluvalmennus. VK-kustannus Oy, Lahti.
- Nummela, A. 2007. Aerobisen kestävyuden suorat mittausmenetelmät. Teoksessa Leskinen, K. L. & Häkkinen, K. & Kallinen, M. Kuntotestauksen käsikirja. 2. painos. Tammerprint Oy, Tampere.
- Nummela, A. 2016. Energia-aineenvaihdunta. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. Huippu-urheiluvalmennus. VK-kustannus Oy, Lahti.
- Nuzzo, J. L., McBride, J. M., Cormie, P & McCalley, G. O. 2008. Relationship Between Countermovement Jump Performance and Multijoint Isometric and Dynamic Tests of Strength. Journal of Strength and Conditioning Research 22, 699–707.
- Official Crossfit Affiliate Map, 2018. Viitattu 18.9.2018. <https://map.crossfit.com/>.
- Pasanen, R. 2016. Crossfit kilpaurheilulajina: lajiansalyysi. Valmennus- ja testausopin Seminaarityö, Jyväskylän yliopisto
- Peeters, M. V. & Claessens, A. L. 2013. Digit ratio (2D:4D) and competition level in world-class female gymnasts. Journal of Sports Sciences 31, 1302-1311.
- Ryushi, T., Häkkinen, K., Kauhanen, H., Komi, P.V. 1988. Muscle fiber Characteristics, Muscle Cross-sectional Area and Force Production in Strength Athletes, Physically Active Males and Females. Scandinavian Journal of Sports Sciences 10, 7-15.
- Sánchez-Sixto, A., Harrison, A. J., & Floría, P. 2018. Larger Countermovement Increases the Jump Height of Countermovement Jump. Sports 6, 131.
- Sandbakk, Ø., Solli, G. S., & Holmberg, H. 2018. Sex Differences in World-Record

- Performance: The Influence of Sport Discipline and Competition Duration. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 13, 2-8.
- Seppänen, S. 2018. Effects of Two Different Tapering Models on Maximal Strength Gains in Recreationally Strength Trained Men. *Pro Gradu –tutkielma, Valmennus- ja testausoppi*. Jyväskylän yliopisto.
- Smajić, M., Popadić, M., Ćokorilo, N., Tomić, B., Kapidžić, A. & Ćeremidžić, D. 2017. Correlation Between the Lifted Weight Total and Weight Categories of the Competitors In Olympic Weightlifting. *Physical Education and Sport* 15, 103-114.
- Smith, M.M., Sommer, A.J., Starkoff, B.E. & Devor, S.T. 2013. Crossfit-Based High-Intensity Power Training Improves Maximal Aerobic Fitness And Body Composition. *Journal of Strength and Conditioning Research* 27, 3159–3172.
- Snarr, R.L., Casey, J.C., Hallmark, A.V. & Esco, M.R. 2018. Electromyographical Comparison of a Traditional and Kipping Pull-Up. *Journal of Australian Strength and Conditioning* 26, 28-34.
- Stone, M. H., O’Bryant, H. S. & McCoy, L. 2003. Power and Maximum Strength Relationships During Performance of Dynamic and Static Weighted Jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 17, 140-147.
- Stone, M. H., Sands, W. A., Carlock, J., Callan, S., Dickie, D., Daigle, K., Cotton, J., Smith, S. L. & Hartman, M. 2004. The Importance of Isometric Maximum Strength and Peak Rate-Of-Force Development in Sprint Cycling. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18, 878–884.
- Stone, M. H., Sands, W. A., Pierce, K. C., Carlock, J., Cardinale, M. & Newton. R. U. 2005. Relationship of Maximum Strength to Weightlifting Performance. *Medicine & Science In Sports & Exercise* 37, 1037-43.
- Storey, A. & Smith, H. K. 2012. Unique Aspects of Competitive Weightlifting: Performance, Training and Physiology. *Sports Medicine* 49, 769-790.
- Tomlin, D. L & Wenger, H. A. 2001. The Relationship Between Aerobic Fitness and Recovery from High Intensity Intermittent Exercise. *Sports Medicine* 31, 1-11.
- Vikmoen, O., Ellefsen, S., Trøen, Ø., Hollan, I., Hanestadhaugen, M., Raastad, T., & Rønnestad, B. R. 2016. Strength training improves cycling performance, fractional

- utilization of VO₂max and cycling economy in female cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 26, 384–396.
- Wahl, P., Mathes, S., Köhler, K., Achtzehn, S., Bloch, W. Mester, J. 2013. Acute Metabolic, Hormonal, and Psychological Responses to Different Endurance Training Protocols. *Hormone and Metabolic Research* 45, 827–833.
- Winter War. 2019. Kilpailijat. Viitattu 8.4.2019. <https://www.cfwinterwar.com/kilpailijat/>.
- Wodconnect. 2018. List of Benchmarks. Viitattu 4.12.2018. https://www.wodconnect.com/workout_lists/benchmarks.
- Zatsiorsky, V., M. & Kraemer, W. J. 2006. *Science and Practice in Strength Training*. 2. painos. Human Kinetics, USA.