

**SALIBANDYMAALIVAHDIN ANTROPOMETRIA JA FYYSINEN
SUORITUSKYKY**

Pauliina Hietanen

Valmennus- ja testausoppi
Kandidaatintutkielma
Kevät 2017
Liikuntabiologia
Jyväskylän yliopisto
Työnohjaaja: Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Pauliina Hietanen (2017). Salibandymaalivahdin antropometria ja fyysinen suorituskyky. Liikuntabiologinen oppiaineryhmä, Jyväskylän yliopisto, kandidaatintutkielma, 74 s.

Johdanto. Maalivahti on merkittävä pelipaikka salibandyssa, jossa maalivahdin tarkoituksena on estää vastustajan maalinteko 1.60 m x 1.15 m kokosiin maaleihin. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli profiloida salibandymaalivahdin antropometriaa ja fyysistä suorituskykyä ja niiden mahdollista yhteyttä maalivahdin torjuntatehokkuuteen sekä valottaa muuttujien eroja nais- ja miesmaalivahtien välillä.

Menetelmät. Mittaukset toteutettiin marras-joulukuussa kaudella 2016 - 2017 aineiston koostuessa Suomen Salibandyliiton eri sarjoissa (naisten salibandyliiga, miesten II-divisioona, A-poikien SM-sarja) pelanneista maalivahdeista (n = 9). Koeasetelma sisälsi monipuolisesti antropometriaa ja fyysistä suorituskykyä mittaavia testejä. Tutkittavien ikä oli 20.6 ± 3.0 vuotta, pituus 1.79 ± 0.10 m, syliväli 1.81 ± 0.11 m ja paino 79.2 ± 8.2 kg. Miesten rasvaprosentiksi mitattiin 18.6 ± 3.5 %, naisten arvon ollessa 26.9 ± 8.6 %. Pelaajat omasivat 8.6 ± 3.0 vuoden maalivahtitaustan ja he torjuivat pelaamisensa runkosarjaotteluissa 77.9 ± 5.3 % tehokkuudella päästäen 5.3 ± 0.9 maalia ottelua kohden.

Tulokset. Miehet suoriutuivat keskimäärin naisia paremmin kaikissa muissa fyysistä suorituskykyä mitanneissa testeissä, paitsi KasvU- eteentaivutustestissä sekä hartianseudun liikkuvuutta mitanneessa IIHCE-testissä. Sukupuolten väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä tai erittäin merkitseviä muun muassa T-Drill -ketteryydestä ($p < 0.05$), EKH-hyppytestissä ($p < 0.005$), maksimaalisessa isometrisessä vartalon ojennusvoimatestissä ($p < 0.05$) ja maksimaalisen hapenoton (VO_{2max}) testissä ($p < 0.005$). Suuresta yksilötasolla ilmenneestä vaihtelusta johtuen erot eivät kuitenkaan joka testin yhteydessä saavuttaneet tilastollista merkitsevyyttä. Maalivahdin sukupuoli tai ikä ei ollut yhteydessä monivalintaiseen reaktioaikaan. Maalivahdin torjuntaprosentin ja maalivahdin tason, kokemuksen tai runkosarjassa pelattujen otteluiden lukumäärän välillä ei myöskään havaittu yhteyttä. Naisilla pienempi kehonpaino ($r = 0.985$, $p < 0.05$) ja miehillä korkeampi rasvaton kehon massa (FFM) ($r = 0.914$, $p < 0.05$) olivat sen sijaan tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä korkeampaan runkosarjan torjuntaprosenttiin. Miehillä syli-pituus -suhe (ASHR) ($r = -0.909$, $p < 0.05$) ja naisilla kehonpainoon suhteutettu VO_{2max} ($r = -0.950$, $p < 0.05$) olivat tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä runkosarjassa päästettyjen maalien lukumäärään.

Pohdinta ja johtopäätökset. Tämän tutkimuksen yhteydessä saavutetut tutkimustulokset tukivat lähes täysin vallitsevaa käsitystä, jonka mukaan yksilöiden antropometriassa ja fyysisessä suorituskyvyssä esiintyy sukupuolitain ilmeneviä eroja. Monivalintaisen reaktioaikatestin tulokset olivat tässä otoksessa kuitenkin ristiriidassa aiempaan tutkimustietoon (muun muassa Pohjanvirta 2016) nähden, sillä maalivahdin sukupuoli (tai ikä) ei ollut yhteydessä maalivahdin saavuttamaan tulokseen kyseisessä testissä. Miehillä runkosarjan torjuntaprosentin ja reaktioaikatestin summakäytön positiivinen korrelaatio ($r = 0.938$, $p < 0.05$) – mitä lyhyempi reaktioaika, sitä pienempi torjuntaprosentti – korostaa myös muiden tekijöiden, kuten pelikäsityksen ja ennakkoinnin, vaikutusta onnistuneen torjuntatyöskentelyn taustalla. Jotta salibandymaalivahtien suorituskyvystä saisi jatkossa luotettavamman kuvan, tulisi käytettyjen testien lajinnomaisuutta pohtia tarkemmin. Myös maalivahtien harjoitustila ja harjoitustausta harjoitusmäärineen tulisi selvittää laajemmin.

Avainsanat: salibandy, maalivahti, antropometria, fyysinen suorituskyky, VO_{2max}

KÄYTETYT LYHENTEET

AerK	Aerobinen kynnys (Aerobic threshold)
AnK	Anaerobinen kynnys (Anaerobic threshold)
ASHR	Syli-pituus -suhde (Arm span-height -ratio)
ATP	Adenosinitrifosfaatti (Adenosine triphosphate)
BMI	Kehon painoindeksi (Body mass index)
BPM	Lyöntiä minuutissa (Beats per minute)
BW	Kehonpaino (Body weight)
DEXA	Kaksienerginen röntgenabsorptiometria (Dual-energy x-ray absorptiometry)
EKH	Esikevennyshyppy (Countermovement jump)
IHCE	International Ice Hockey Centre of Excellence
IRFD	Isometrinen voimantuottonopeus (Isometric rate of force development)
FFM	Rasvaton kehonpaino (Fat-free mass)
FK	Fosfokreatiini (Phosphocreatine)
FMS	Functional Movement Screen -testistö
KasvU -testi	Kasva Urheilijaksi - haaraistunnassa tapahtuva eteentaivutustesti
MVC	Maksimaalinen tahdonalainen lihassupistus (Maximal voluntary contraction)
PSOM	Positive States of Mind -asteikko
RER	Hengitysosamäärä (Respiratory exchange ratio)
RFD	Voimantuottonopeus (Rate of force development)
RPM	Kierrosta minuutissa (Revolutions per minute)
SKF	Ihpoimiumittaus (Skinfold)
VO _{2max}	Maksimaalinen hapenottoikyky / hapenkulutus (Volume oxygen maximal)

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 SALIBANDYN MAALIVAHTIPELIN OMINAISPIIRTEET	2
2.1 Lajitaidot.....	2
2.1.1 Perustorjunta-asento	2
2.1.2 Torjunnat	3
2.1.3 Sijoittuminen	5
2.1.4 Liikkumistekniikat.....	7
2.1.5 Avauspelaaminen.....	9
2.2 Taktiikka.....	10
2.3 Lajisuorituksen fyysiset vaatimukset ja fysiologinen kuormittavuus.....	11
2.3.1 Hengitys- ja verenkiertoelimistö sekä energiantuottomekanismit.....	12
2.3.2 Hermolihasjärjestelmä.....	13
2.4 Psykologia	14
2.4.1 Tunteet ja niiden säätely harjoitusten sekä ottelun aikana	15
2.4.2 Itseluottamus.....	16
2.4.3 Maalivahdin rentoutumis- ja keskittymiskyky salibandyottelun aikana	16
3 MAALIVAHDIN ANTROPOMETRISET OMINAISUUDET JA FYYSINEN SUORITUSKYKY	18
4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	24
5 MENETELMÄT.....	27
5.1 Tutkittavat.....	27
5.2 Aineiston keräys ja analysointi.....	27
5.2.1 Koeasetelma.....	27

5.2.2	Antropometriamittaukset	28
5.2.3	Monivalintainen reaktioaikatesti	30
5.2.4	T-Drill -ketteryystesti	33
5.2.5	Liikkuvuustestit	34
5.2.6	Esikevennyshyppy	36
5.2.7	Isometriset maksimivoimatestit	37
5.2.8	Maksimaalisen hapenottokyvyn testi polkupyöraergometrilla	40
5.3	Tilastolliset menetelmät	42
6	TULOKSET	44
6.1	Antropometriamittaukset	44
6.2	Fyysisen suorituskyvyn testit	46
7	POHDINTA	54
	LÄHTEET	70

1 JOHDANTO

Puolustuksen viimeinen lukko. Muuri. Joukkueen kulmakivi. Paljon vartija. Liimanäppi.

“Hyvä maalivahti on enemmän kuin puoli joukkuetta.”

“Maalivahti on yksilöurheilija joukkueen sisällä.”

Maalivahti on merkittävä pelipaikka salibandyssä, jossa maalivahdin tarkoituksena on estää vastustajan maalinteko 1.60 m x 1.15 m kokoisiin maaleihin. Salibandy on ainoa pallopeti, jossa maalivahdin perustorjunta-asento ja suurin osa liikkumisesta tapahtuu polvien varassa. Spesifisyydestä huolimatta salibandymaalivahti usein harjoittelee koko joukkueelle suunnatun harjoitusohjelman mukaisesti, vaikka pelipaikkakohtaiset vaatimukset edellyttäisivät kenttäpelaajista poiketen erilaisen ominaisuusprofiilin kehittämistä. Maalivahdin harjoittelun tulisi-kin olla yksilöllisempää muihin pelaajiin verrattaessa (Penttinen 1995, 65).

Tervo ja Nordström (2014) kartoittivat systemaattisessa katsauksessaan salibandyn liittyviä tutkimuksia, löytäen 19 englannin kielellä julkaistua ja vertaisarvioitua artikkelia, joissa käsiteltiin ainoastaan salibandya – tarkemmin ilmaistuna salibandyn kenttäpelaajia. Suurin osa artikkeleista (17) käsitteli lajia liikuntalääketieteen näkökulmasta, kahden jäljelle jääneen julkaisun liittyessä urheiluliiketalouteen ja psykologiaan. Vastaavin ehdoin raportoitua, ainoastaan salibandymaalivahteihin keskittyntä tutkimusta ei vielä tähän päivään mennessä ole julkaistu. Ihme ja Stütze (2012) tosin julkaisivat suomen kielellä Pro Gradu -tutkielmaanaan pelianalyysin miesten vuoden 2010 MM-kilpailuista, mutta he eivät työssään perehtyneet maalivahtien fyysisiin ominaisuuksiin tai suorituskykyyn torjuntatyöskentelyn taustamuuttujana.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa suomalaisten mies- ja naissalibandymaalivah- tien antropometrisia ominaisuuksia ja fyysisen suorituskyvyn eri osa-alueita sekä näiden yhteyttä maalivahdin torjuntatehokkuuteen runkosarjassa sarjakaudella 2016-2017.

2 SALIBANDYN MAALIVAHTIPELIN OMINAISPIIRTEET

2.1 Lajitaidot

Maalivahdin suorittamat torjunnat ovat luonteeltaan yksittäisiä, räjähtäviä suorituksia, jotka vaativat raajojen lihaksilta räjähtävää voimantuottoa – keskivartalon stabiloivaa roolia asennon hallinnan taustalla kuitenkin unohtamatta (Näckel 2004, 26-28). Salibandymaalivahdin lajitaitoihin kuuluvat torjunta-asennon hallinta, perus- ja pelitilannetorjunnat, sijoittuminen, liikkumistekniikat sekä pelin avaaminen heittämällä (Korsman & Mustonen 2011, 128).

2.1.1 Perustorjunta-asento

Perustorjunta-asento on maalivahdin valmiusasento, josta maalivahti voi suorittaa perustorjuntia sekä liikkua eri suuntiin ylläpitäen samanaikaisesti torjuntavalmiuden (Korsman & Mustonen 2011, 129). Ottelun passiivisemmilla jaksoilla, toisin sanoen usein silloin, kun pallo on oman joukkueen hallussa vastustajan puolustuspäässä, maalivahti saattaa nousta seisomaan, josta pelin tarkkaileminen ja ohjaaminen tapahtuvat helpommin, polvia niin ikään säästäten (Paavilainen 2007, 22). Vastustajan kuitenkin alkaessa rakentaa painetta kohti maalivahdin omaa puolustuspäätä, maalivahti palaa polvilleen perustorjunta-asentoon, josta eri suuntiin tapahtuva liikkuminen ja reagointi on optimaalisinta (Luhtanen 1993, 41).

Jokaisella maalivahdilla on yleistä perustorjunta-asennon mallia mukaileva oma valmiusasentonsa, joka on riippuvainen maalivahdin antropometriasta sekä fyysisistä ominaisuuksista (Paavilainen 2007, 22). Suuntaa-antavasti voidaan todeta, että perustorjunta-asennossa maalivahti on polvillaan paino tasaisesti molemmilla jaloilla, jalkaterät käännettyinä sisäänpäin ja lantio ylhäällä (Korsman & Mustonen 2011, 130). Jalkaterien kääntämisellä sisäänpäin pyritään torjumaan jalkojen väliin suuntautuvat laukaukset, kun taas lantion pitäminen ylhäällä on edullista nopean liikkumisen kannalta. Ylävartalo on usein hieman eteenpäin kallistuneena käsivarsien ollessa irti vartalosta (Korsman & Mustonen 2011, 130). Kämmenet ovat vartalon etupuolella sillä korkeudella, joka on maalivahdin antropometrian ja torjuntatyylin mukaan hänelle ominaisin: suuntaa-antavasti voidaan jälleen kuitenkin todeta, että kädet voivat olla

hieman hartialinjan alapuolella (Korsman & Mustonen 2011, 130) siten, että kainaloon suuntautuvat laukaukset on mahdollista torjua olkavarsilla.

2.1.2 Torjunnat

Ihme ja Stütze (2012) jaottelivat maalivahdin suorittamat torjunnat reaktio- ja peittotorjuntoihin, joista reaktitorjunnoissa on selkeästi havaittavissa erillinen torjuntaliike, kun taas peittotorjunnat suoritetaan käytännössä oikea-aikaisella sijoittumisella. Korsmanin ja Mustosen (2011, 128) jaottelu sisältää perustorjunta-asennosta suoritettavat perustorjunnat sekä pelitilannetorjunnat. Seuraavassa teemaan perehdytään yksityiskohtaisemmin Korsmanin ja Mustosen (2011, 128) jaotteluun perustuen.

Perustorjunnat ovat maalivahdin henkilökohtaisesta perustorjunta-asennosta lähteviä torjuntajoja, joiden jälkeen maalivahti palaa perustorjunta-asentoon (Korsman & Mustonen 2011, 130-131). Korsman ja Mustonen (2011, 131) jakoivat perustorjuntajen torjuntatekniikat kolmeen luokkaan laukausten korkeuden perusteella: maata pitkin tuleviin laukauksiin sekä mataliin ja korkeisiin laukauksiin. Maata pitkin suuntautuva laukaus voidaan määrittellä 0-15 cm korkuiseksi laukaukseksi, joka on mahdollista torjua jalalla peittämällä, kun taas matalat laukaukset suuntautuvat maalivahdin jalan ja perustorjunta-asennon mukaisen hartialinjan väliin. Korkeat laukaukset sen sijaan suuntautuvat maalivahdin perustorjunta-asennon mukaisen hartialinjan yläpuolelle. (Ihme ja Stütze 2012.)

Maata pitkin tulevissa laukauksissa torjunnan suorittava jalka ojennetaan lattiaa pitkin sivulle peittämään mahdollisimman suuri lattiapinta-ala (Korsman & Mustonen 2011, 131), jolloin lonkkanivelessä mahdollisesti tapahtuu mediaalirotaatiota sekä loitonmusta, polven ojentuessa. Torjunnassa toisen jalan sääri käännetään jalkojen väliin lateraalirotoimalla lonkkaniveltä, jolloin jalkojen väliin suuntautuvat laukaukset ovat torjuttavissa. Matalat laukaukset ovat kategorisoitavissa myös siten, että niitä torjuttaessa maalivahdin käsien liikesuunta on alaspäin (Korsman & Mustonen 2011, 131). Niin maata pitkin tulevissa kuin matalissakin laukauksissa käsien tulisi tasapainottaa jalkojen liikettä suorittamalla torjuntaliike samanaikaisesti jalan kanssa (Paavilainen 2007a, 25) – tällöin käden avulla voidaan helpommin torjua mahdollisia rebound-tilanteita. Käsillä ja jaloilla suoritettavien, pois päin vartalon keskilinjasta suuntautu-

vien matalien ja korkeiden laukausten torjumisen tulisi olla symmetristä ja eleeöntä, jolloin paluu perustorjunta-asentoon voidaan suorittaa mahdollisimman nopeasti – maalivahdin tulisikin tiedostaa puolierot perustorjunnoissaan ja pyrkiä kehittämään heikompa puoltaan (Korsman & Mustonen 2011, 130). Käytännössä maalivahdille pyritään luomaan automaatio-tason toiminta- ja liikemalleja heikomman puolen vahvistamiseksi (Tamminen 2017).

Pelitulannetorjunnat ovat perustorjuntajen kaltaisia, mutta liikkeessä toteutettuja torjuntajen, joita hyödynnetään nopeaa ja taktisesti parasta reagointia vaadittaessa. Pelitulannetorjuntajoihin voivat kuulua polven varassa tapahtuva liikkuminen, rebound-torjunnat, maalivahdin näkökentän häirinnän, toisin sanoen maskipelaamisen aikainen torjuntatyöskentely, torjunnat tilanteissa, joissa maalivahti on menettänyt tasapainonsa, jaloilla suoritettavat katkot sekä torjuntatyöskentely läpiajon aikana (Korsman & Mustonen 2011, 137). Tässä yhteydessä toisen polven varassa tapahtuva liikkuminen (työntö, sivupotku) mielletään laajempaan poikittaisliikkeenä osaksi liikkumistekniikoita: sen tekniikka kerrataan tässä lyhyesti ja siihen perehdytään yksityiskohtaisemmin kappaleessa 2.1.4 – Liikkumistekniikat. Lisäksi pelitulannetorjuntajoihin luetaan myös käsillä tapahtuvat syötönkatkot.

Polven varassa tapahtuva liikkuminen suoritetaan työntötekniikalla nopeasti päkiäkontaktin kautta tapahtuvilla potkuilla. Rebound-torjunnoissa pallo kimpoaa maalivahdin suojuksista takaisin peliin, mikä vaatii maalivahdilta nopeaa reagointia joko pallon haltuun saamiseksi tai uusien torjuntajen suorittamiseksi, unohtamatta kuitenkaan puolustavien pelaajien roolia vastustajien blokkauksissa tai irtopallojen siivoamisessa (Korsman & Mustonen 2011, 139). Ihmeen ja Stützlen (2012) analyysissä neljännes otteluissa havaituista tilanteista oli irtopalloja, mikä korostaa maalivahdilta vaadittavan aktiivisuuden merkitystä vastustajan hyökkäyksen katkaisemiseksi. Maskipelaamista voidaan havaita lähes puolessa ottelunaikaisista tilanteista, useimmiten puolustavan pelaajan toimesta aiheutettuna; maalivahdin torjuntatehokkuus voi tällaisissa tilanteissa heikentyä merkittävästi (Ihme & Stütze 2012). Tilanteissa, joissa maalivahdin edessä on maskipelaajia, tai joissa hän on menettänyt tasapainonsa, hänen tulisi pyrkiä löytämään ja säilyttämään näköyhteys palloon sekä pitää peittopinta-alansa mahdollisimman suurena (Korsman & Mustonen 2011, 139).

Jaloilla ja käsillä suoritettavissa katkoissa maalivahti voi katkaista joko kulmista tai maalin takaa lähteviä, maali- ja maalivahdin alueelle suuntautuvia syöttöjä tai haastoja. Maalin takaa lähtevien syöttöjen katkaisutyylisiin voi vaikuttaa maalivahdin tapa pelata tolalla: mikäli maalivahti pelaa tolalla molemmat polvet lattiassa ja painottoman puolen jalka ojennettuna lattiaa pitkin, voidaan syötönkatko suorittaa asettamalla tolpan puoleisen käden kyynärvarsi lattiaa vasten. Pelaajan yrittäessä nousua maalin edustalle, voidaan eteneminen sekä mahdollinen syöttö katkaista tolpan puoleisen, eli vartalon alla koukussa olevan jalan 'pyyhkäisyllä', jossa maalivahti etenee jalat edellä kohti palloa, rintamasuunnan ollessa kohti hyökkääjää (Korsman & Mustonen 2011, 138). Tolpan varmistaminen on mahdollista suorittaa myös siten, että maalivahti pelaa tolpan pitämällä tolpan puoleisen jalan koukussa ja polven irti maasta, jolloin toinen jalka kierretään perustorjunta-asennon tyyliä mukaillen lonkan lateraalirotaatiolla peittämään jalkojen väliin jäävää tilaa. Tällöin syötönkatko on mahdollista suorittaa ojentamalla tolpan puoleinen, koukussa oleva jalka suoraksi lattiaa vasten, painon ollessa tällöin toisen jalan varassa.

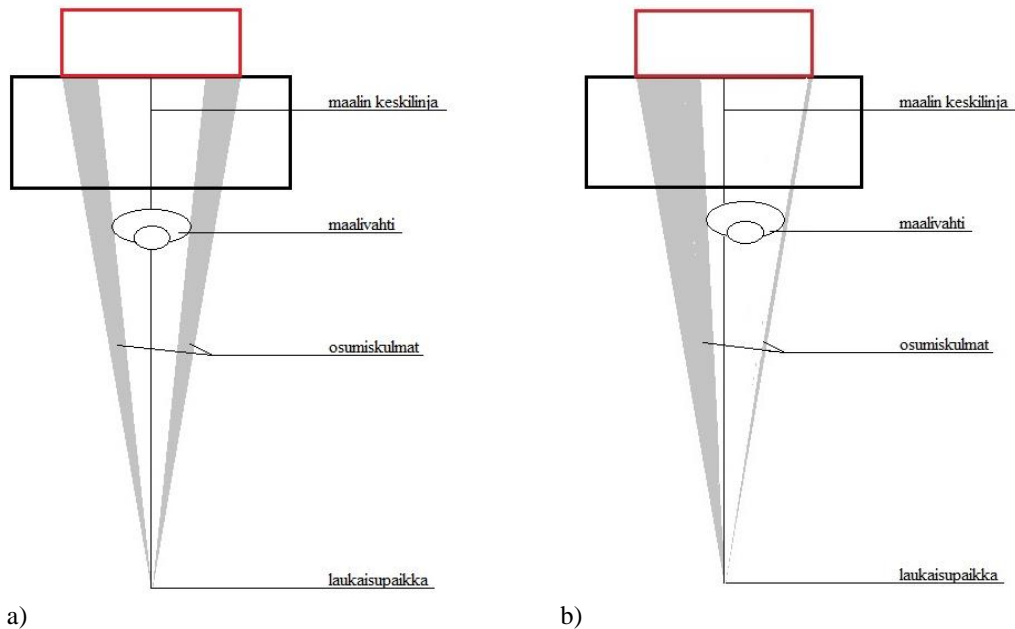
Läpiajotilanteissa maalivahdin tulisi perustaa pelaamisensa omien vahvuksiensa varaan. Ketterillä maalivahdeilla tämä voi tarkoittaa oikea-aikaista vastaantuloa ja etenemisen katkaisemista jaloilla, kun taas peittävämmät maalivahdit voivat pyrkiä sijoittumisellaan ohjaamaan pelaajan valitsemaan suoran laukauksen. Suurimmassa osassa tapauksista maalivahdin tulisi odottaa pelaajan ratkaisua (Korsman & Mustonen 2011, 138). Niin syötön katkoissa kuin läpiajotilanteissa, kullakin tyyllillä on omat hyötynsä ja haittansa, ja maalivahdin tulisi löytää omaan torjuntatyylisiinsä parhaiten soveltuvat tekniikat ja ratkaisumallit.

2.1.3 Sijoittuminen

Maalivahdin tavoitteena on estää vastustajan maalinteko: käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että maalivahdin tulisi laukaisuhetkellä olla sijoittuneena keskelle pallon laukaisupaikkaan nähden, maalin keskilinjan ja pallon väliin (Korsman & Mustonen 2011, 132) (Kuva 1a). Virhesijoittumiset sivuttaissuunnassa laukaisupaikan suhteen ilmenevät epäsymmetrisinä osumiskulmina, toisin sanoen toinen kulma on tällöin enemmän 'auki' (Kuva 1b). Toisaalta maalivahti voi myös taktikoida puoltaen sijoittumistaan toista tolppaa kohden, ohjaten näin hyökkäävän pelaajan laukaisemaan haluamaansa suuntaan, esimerkiksi vahvemmalle puolelleen

(Tamminen 2017) – tällaisella uhkapelillä on toki riskinsä, jotka maalivahdin tulee tiedostaa sijoittumisessaan. Syvyyspelaamisella maalivahti voi onnistuessaan pienentää, jopa täysin eliminoida osumiskulmat suorittamalla oikea-aikaisen vastaantulon kohti laukaisupaikkaa. Tällöin tulee kuitenkin huomioida liiallisen vastaantulon vaikutukset, sillä kaukana maalista oleva maalivahti altistaa itsensä kenttäpelaajan harhautuksille. Syvyysliike tulisi ajoittaa siten, että maalivahti on laukaisuhetkellä täydessä torjuntavalmiudessa – mikäli maalivahti myöhästyy vastaantulossaan, on torjuntaliikkeen suorittaminen liikkeessä haastavampaa. (Korsman & Mustonen 2011, 132.)

Maalivahdin sijoittumiseen vaikuttavat muun muassa pelaajan lähestymissuunta, maalin peittämiseen vaadittavan syvyysliikkeen määrä, mahdollinen poikittaissyöttö ja sen vaarallisuus sekä laukaisutapa ja sen nopeus ja yllätyksellisyys (Mikkola 1987 mukaan, poimittu lähteestä Ihme & Stütze 2012). Sijoittumiseen vaikuttavat maalivahdin pelikäsitys ja liikkumistaito yhdessä maalivahdin fyysisten ominaisuuksien kanssa. Maalivahti heijastelee sijoittumisella omista vahvuuksista ja heikkouksista rakentuvaa pelityyliään, joihin myös edellä mainitut muuttujat niin ikään vaikuttavat. Pelitilanteissa maalivahti voi hakea tukea sijoittumiseensa etsimällä alkuverryttelyn yhteydessä esimerkiksi kaukalomainoksista maamerkkejä, joiden avulla hän voi kartoittaa omaa sijoittumistaan suhteessa maaliin esimerkiksi laidan läheltä lähteivissä laukauksissa. (Korsman & Mustonen 2011, 132.)



a) b)

KUVA 1. Maalivahtin sijoittuminen a) symmetrisesti ja b) epäsymmetrisesti suhteessa laukaisupaikkaan ja sen vaikutus osumiskulmiin [Mukailtu lähteestä Korsman & Mustonen 2011, 132 (muokattu alun perin lähteestä Mikkola 1987)].

2.1.4 Liikkumistekniikat

Salibandyssä maalivahti liikkuu pääosin maalivahdin alueelta tai tolपालta eteen tai etuviistoon sekä takaviistoon takaisin tolपालle tai maalivahdin alueelle. Liike on luonnollisesti peliväliseen suuntaamaa rintamasuunnan pysyessä pääosin kohti palloa. Liikkumisen tulisi tapahtua jalkojen varassa, jolloin maalivahdin kädet ovat vapaina torjuntatyöskentelyyn ja maalivahdin torjuntavalmius säilyy. Liikkumisessa tulee myös huomioida oikea-aikaisuus, jolloin torjuntatyöskentely voidaan suorittaa stabiilista perustorjunta-asennosta. (Korsman & Mustonen 2011, 133.)

Salibandymaalivahdin liikkumistekniikoita ovat polvien varassa tapahtuva liikkuminen, josta käytetään myös termiä 'töpötys', kuopaisu, seisoma-asennon kautta tapahtuva liikkuminen sekä heittäytyminen (Korsman & Mustonen 2011, 133). Tässä yhteydessä yhdeksi liikkumis-

tekniikaksi on nostettu myös toisen polven varassa tapahtuva liike (Korsman & Mustonen 2011, 137) eli työntö, johon Ihme ja Stütze (2012) viittasivat omassa tutkielmassaan myös termillä sivupotku. Muun muassa maalivahdin lantion liikkuvuudella, alaraajojen nopeusvoimaominaisuuksilla (Korsman & Mustonen 2011, 124) ja voimakestävyydellä sekä keskivartalon ja lantion seudun stabiloivalla voimantuotolla (Näckel 2004, 26-28) on merkitystä siihen, miten maalivahti liikkuu maalillaan.

Töpotystä voidaan käyttää sivuttaisliikkeessä liikkumistekniikkana yleisesti silloin, kun pallo on kauempana maalista – nopeisiin lähtilanteisiin liikkumistekniikka on usein kuitenkin liian hidas. Käytännössä liikkuminen tapahtuu nostamalla menosuunnan puoleista jalkaa hieman irti maasta, siirtämällä sitä kohti haluttua menosuuntaa ja toistamalla liikesarjaa sitten vuoroitellen molemmilla jaloilla. Liikkumistekniikan etuna on, että se mahdollistaa korkean torjuntavalmiuden ja että siitä voidaan usein vaivattomasti siirtyä nopeampiin liikkumistekniikoihin. Liikkumistavassa ovat merkittävässä osassa lantion lähentäjien ja loitontajien liikelaajuudet sekä lihaskunto. (Korsman & Mustonen 2011, 134.)

Kuopaisutekniikkaa voidaan hyödyntää sekä sivuttais- että syvyysliikkeessä (Korsman & Mustonen 2011, 134). Kuopaisussa liike lähtee lonkkanivelen fleksiosta, johon sekoittuu liikkeen suunnasta riippuen myös ulkokiertoa – lantion avaus ja mahdollinen kierto tapahtuvat liikesuunnan puoleisella jalalla. Tästä liikesuunnan puoleista jalkaa lähdetään ojentamaan ja maalivahti ikään kuin 'vetää' itsensä liikkeelle ojentuvan jalan avulla; lihastyö kohdistuu tällöin pääosin 'kuopaisevan' jalan reiden etu- ja takaosiin sekä pakaraan (Korsman & Mustonen 2011, 134).

Seisoma-asennon kautta tapahtuva liikkuminen on usein kuopaisua nopeampi tekniikka pitkissä ja nopeissa poikittaisliikkeissä. Liikkumistavassa noustaan seisomaan perusasennosta usein kuopaisutekniikkaa käyttämällä, josta siirrytään haluttuun suuntaan pysäyttäen liike takaisin torjunta-asentoon. (Korsman & Mustonen 2011, 136.)

Työnnössä liike aloitetaan usein perustorjunta-asennosta menosuuntaan nähden vastakkaisella jalalla lonkkanivelen koukistuksella, jolloin polvinivelessä tapahtuu samanaikaisesti fleksiota, mahdollisesti jopa polvinivelen äärikoukistukseen asti. Tästä liikkuminen tapahtuu hakemalla

päkiällä tukeva kontakti alustaan ja ojentamalla koukussa oleva jalka (lähes) suoraksi. Liikkuminen tapahtuu näin liukuen menosuunnan puoleisen jalan varassa, ponnistaneen jalan tarjotessa suoristuessaan toisen tukipisteen. Liikkeen hallinta vaatii hyvää lantion seudun liikkuvuutta sekä stabiloivaa lihaksiston aktiivatiota, ponnistavan jalan räjähtävää voimantuottoa tietenkään unohtamatta.

Heittäytyminen on maalivahdin viimeinen vaihtoehto silloin, kun muut liikkumistekniikat ovat pelinopeuden takia liian hitaita; heittäytyessä maalivahdilla on usein myös se taka-ajatus, että poikittaisliikkeestä seuraa suora laukaus. Heittäytymisessä alakäsi johtaa liikettä ollen kiinni lattiassa peittämässä maata pitkin tulevia laukauksia (Korsman & Mustonen 2011, 136-137). Alakäsi on mahdollista taittaa olkanivelen mediaalirotaatiolla vartalon alle peittämään kainaloon suuntautuvia laukauksia; vaihtoehtoinen ratkaisu on pitää käsivarsi koukussa tai ojennettuna vartalon jatkeena, jolloin maata pitkin suuntautuvat laukaukset ovat estettävissä painamalla kainalokuoppa vasten lattiaa. Heittäytyessä maalivahdin tulee pyrkiä pitämään katseensa kiinni pallossa ja peittopinta-alansa mahdollisimman suurena torjuen korkeampia laukauksia ylempien raajojen avulla (Korsman & Mustonen 2011, 137). Heittäytymistekniikalla on kuitenkin riskinsä, sillä se jättää usein tilaa maaliin sekä painottomalle laidalle: mikäli nopeaa poikittaissyöttöä seuraisikin toinen poikittaissyöttö suoraan syötöstä, saattaisi maali olla tällöin hetken aikaa jopa tyhjiällä ennen kuin maalivahti ehtisi reagoida uudelleen. Heittäytymisen jälkeen maalivahdin onkin mahdollisimman nopeasti palautettava paras torjuntavalmiutensa ja noustava perustorjunta-asentoon (Korsman & Mustonen 2011, 137).

2.1.5 Avauspelaaminen

Salibandyssa pelikenttä on lyhyt ja pelivälineen vangitseminen helppoa, mikä avaa maalivahdille mahdollisuuden osallistua joukkueen hyökkäyspeliin, erityisesti nopeissa pelinkäännoissä (Korsman & Mustonen 2011, 140). Heitot tulisi pyrkiä suorittamaan seisaaltaan siten, että pitkissä heitoissa maalivahti liikkuisi aina maalialueen etureunaan saakka – liikkeellä ja 'valeheitolla' on toki mahdollista myös hämätä vastustajaa, jolloin vastustajan vetäytyessä pari metriä taaksepäin puolustajille jää lyhyen heiton jälkeen hieman enemmän tilaa ja aikaa. Heitot tulee olla sellainen, että palloa pidetään sormien varassa, sen sijaan että sitä puristettaisiin koko kämmenellä (Korsman & Mustonen 2011, 140) – esimerkkinä otteesta mainitta-

koon heitto-ote, jossa maalivahti puristaa palloa kevyesti kolmen sormen – peukalon, etusormen sekä keskisormen – avulla.

Salibandyssa yleisimmin käytettyjä avausheittoja ovat yliolanheitto pompulla, jolloin tarkoituksena on heittää pallo kauas siten, ettei vastustaja pääse katkomaan heittoa sekä erimittaiset maata pitkin suunnattavat heitot. Pomppuheittoa rajoittaa sääntö, jonka mukaan pallon tulee pompata lattiasta ainakin kerran ennen keskiviivaa. Pomppuheitossa heittokäden vastainen jalka asetetaan heiton alkuvaiheessa eteen; samanaikaisesti vartaloa kierretään kääntämällä kylki heittosuuntaan, ja vapaa käsi nousee tasapainottamaan heittoa. Paino siirretään takajalalle, pallon ollessa samanaikaisesti noin hartian korkeudella taakse taivutetussa ja kenties hie-man ojentuneessa heittokädessä. Heittokäsi tuodaan kyynärpää edellä eteen, josta heiton tulisi lähteä silloin, kun pallo on korvan vieressä. Heittotekniikka tulisi kehittää sellaiseksi, että heiton voimantuotto tapahtuu koko kehoa hyödyntämällä jatkumona alaraajojen painonsiirrosta vartalon kierron kautta olkapäähän, joka välittää käsivarteen heiton loppuvaiheessa ikään kuin piiskamaisen liikkeen saattaen pallon liikkeelle. Maata pitkin tapahtuvissa heitoissa heiton vaiheet vastaavat muutoin pomppuheittoa, mutta käsi tuodaan takaa sivukautta lähelle lattiaa, jossa palloon tuotetaan ranteella pieni kierre, jotta pallo ei pomppaisi lattiasta. (Korsman & Mustonen 2011, 140-141.)

2.2 Taktiikka

Joukkuelajeissa taktiikalla viitataan valmentajan ja pelaajiston yhteistyönä syntyneeseen ja ottelutilanteissa ilmenevään suunnitelmalliseen toimintatapaan, joka rakentuu oman ja vastustajajoukkueen suorituskyvyn sekä ulkoisten olosuhteiden varaan. Se voidaan jakaa yleiseen ja lajikohtaiseen taktiikkaan, joista lajikohtainen taktiikka on edelleen jaettavissa joukkuetaktiikan ja henkilökohtaisen taktiikan alaryhmiin (Mero & Helimäki 2007). Tässä yhteydessä taktiikkaa tarkastellaan lyhyesti maalivahtipelin (lajikohtaisen) taktiikan ja sitä tukevan joukkuetaktiikan kautta.

Maalivahtipelin taktiikan voidaan katsoa nivoutuvan maalivahdin pelikäsityksen ympärille. Pelikäsityksellä viitataan maalivahdin kykyyn ymmärtää ja lukea peliä sekä tehdä nopeita ratkaisuja, mikä käytännössä ilmenee peleissä tilannekohtaisesti oikea-aikaisina ja oikein va-

littuina ratkaisuina ja torjuntaliikkeinä. Pelin ymmärryksen kautta maalivahti kykenee erottamaan kunkin tilanteen kannalta olennaisimmat asiat ja reagoimaan niiden suuntaamana. Kuitenkin on myös todettava, että tiettyihin tilanteisiin ei välttämättä ole olemassa vain yhtä ja ainoaa oikeaa ratkaisumallia, vaan maalivahti muodostaa tilanteissa omat ratkaisunsa yksilölliseen pelityyliinsä perustuen. (Korsman & Mustonen 2011, 142.)

Tärkeänä osana maalivahtipeliä voidaan pitää maalivahdin ja puolustuksen välillä käytävää kommunikaatiota: tämä korostuu erityisesti vastustajan ylivoimayökkäyksissä (2-1, 3-2...) ja vastustajan pelatessa ylivoimapeliä (Tamminen 2017) sekä vapaalyöntitilanteissa. Maalivahti voi edesauttaa joukkueen puolustus- ja edelleen hyökkäyspelaamista myös olemalla aktiivinen syötönkatkoissa. Osa joukkueen avauspelaamisesta on mahdollista rakentaa vahvasti heittävän maalivahdin ympärille, mikä avaa tilaisuuksia nopeisiin pelinkääntöihin maalivahdin saatua pallon käsiinsä. (Korsman & Mustonen 2011, 140.)

Usein voidaan sopia myös periaatteita joukkueen viisikkopuolustuksen toteuttamiseksi siten, että se tukee mahdollisimman paljon maalivahtipelin onnistumista. Käytännössä tämä voi tarkoittaa sitä, että vastustajan pallollinen pelaaja pyritään ohjaamaan heikommille sektoreille, jolloin vastustajajoukkueen maalille asti tulevat laukaukset saisivat pääosin alkunsa laidoilta tai läheltä keskialuetta. Joukkueessa voidaan lisäksi erityisesti täsmentää pelaajien roolia maalinedustalle pomppivien irtopallojen ja reboundien siivoamisessa.

2.3 Lajisuorituksen fyysiset vaatimukset ja fysiologinen kuormittavuus

Maalivahti on joukkueen ainoa pelaaja, joka on kentällä koko ottelun ajan. Salibandymaalivahdilta vaadittuja fyysisiä vaatimuksia ovat hyvä aerobinen peruskestävyys ja lihaskunto, keuhonhallinta ja liikkuvuus, reaktionopeus ja silmä-käsi -koordinaatio (Paavilainen 2007, 16, 21). Yksityiskohtaisemmin tarkasteltuna voiman osa-alueisiin voidaan katsoa kuuluvan keskivartalon aerobinen lihaskestävyys, alaraajojen anaerobinen voimakestävyys sekä ylä- ja alaraajojen maksimivoima ja räjähtävä voimantuotto (Näckel 2004, 27).

2.3.1 Hengitys- ja verenkiertoelimistö sekä energiantuottomekanismit

Maalivahdin maksimaalisen hapenottokyvyn täytyy olla sillä tasolla, ettei elimistöön kerry suorituksen aikana liikaa anaerobisia aineenvaihduntatuotteita ja suorituksesta palautuminen on tällöin nopeampaa (Näckel 2004, 28). Mikäli aerobisessa peruskestävyydessä on puutteita, ilmenee se usein harjoitusten ja otteluiden yhteydessä maalivahdin torjuntatekniikoiden laadun muutoksena siten, että oikeiden torjuntatekniikoiden joukkoon sekoittuu virheellisiä torjuntatekniikoita; tämän lisäksi maalivahdin loukkaantumisriski voi kasvaa (Penttinen 1995, 67). Hyvällä peruskestävyydellä luodaankin edellytykset harjoittelun määrälle sekä laadulle (Lindström & Korpela 1998, 27).

Salibandyn maalivahtipelin fysiologista kuormittavuutta ei ole tutkittu. Jääkiekossa Kilpivaara (2012) analysoi jääkiekko-ottelun intensiteettiä perustuen visuaaliseen havaintoon työjaksojen kestosta (0.5-30s) ja intensiteetistä (hidas/matala, nopea/räjähtävä, nopea/räjähtävä hitaan jakson sisällä). Tämän lisäksi maalivahdeilta (n = 9) mitattiin erätauoilla veren laktaattipitoisuutta ja ottelunaikaiset sykearvot tallennettiin. Mitatut laktaatit olivat ennen peliä 1.74 ± 0.40 mmol/l, 1. erän jälkeen 2.70 ± 0.95 mmol/l, 2. erän jälkeen 2.43 ± 0.95 mmol/l ja 3. erän jälkeen 2.21 ± 1.16 mmol/l. Maalivahtien eräkohtaiset sykkeet olivat 159 bpm (1. erä), 156 bpm (2. erä) ja 154 bpm (3. erä). Koko ottelun keskiarvoksi muodostui 149 bpm kyseisen lukeman sisältäessä myös erätaut. Suurin osa pelitapahtumista sijoittui alhaisen intensiteetin alueelle, joka kuitenkin sisälsi runsaasti 0.5-8 s kestoisia räjähtäviä työjaksoja. Intensiteettijaksojen todellista fysiologista kuormittavuutta ei toisaalta voida arvioida, sillä niitä ei suhteutettu pelaajilta mitattuihin sykearvoihin. Tutkimuksen perusteella voidaan kuitenkin todeta, että suurta tehontuottoa vaativien suoritusten ympärillä tapahtuu matalan intensiteetin toimintaa, jonka aikana elimistö ehtii palautua ja veren laktaattipitoisuus laskea: aerobisella peruskestävyydellä on merkittävä rooli tässä ottelunaikaisessa palautumisessa. Myös salibandyssä on todettu tapahtuvan vastaavan kaltaisia intensiteettijaksojen vaihteluja (Korsman & Mustonen 2011, 122).

Nopeiden ja räjähtävien liikkeiden (0-15 s) aikana energiantuotto tapahtuu pääosin elimistön välittömien energialähteiden – FK ja lihaksensisäinen ATP – varassa (Kenney ym. 2012); yksittäinen torjunta suoritetaan näihin energialähteisiin perustuen. Toistuvien, korkeainten-

siteettisten suoritusten jatkuessa aina kahteen minuuttiin asti mukaan astuu yhä enemmissä määrin myös anaerobinen glykolyysi, jonka seurauksena veren laktaattipitoisuus saattaa nousta (Kenney ym. 2012). Koska salibandypelin intensiteetti kuitenkin vaihtelee, ehditään mahdollisesti syntynyt laktaatti usein käsitellä rauhallisempien jaksojen aikana, eivätkä veren laktaattipitoisuudet nouse ottelun aikana salibandymaalivahdeilla järin suuriksi (Korsman & Mustonen 2011, 122). Anaerobisessa glykolyysissä energiantuotto tapahtuu nopeasti ilman happea hyödyntämällä pääosin lihaksensisäisiä glykogeenivarastoja (McArdle ym. 2015, 162). Alhaisemmalla intensiteettitasolla, esimerkiksi silloin, kun pallo on oman joukkueen hallussa vastustajan puolustuspäässä, energiantuotto tapahtuu aerobisesti käyttämällä energianlähteenä hiilihydraatteja ja rasvoja (Kenney ym. 2012).

2.3.2 Hermolihasjärjestelmä

Salibandyssa laukaukset lähtevät noin 4-20 metrin etäisyydellä maalivahdist ja voivat saavuttaa jopa 190 km/h nopeuden. Maalivahtipelissä ratkaisevassa asemassa on hermolihasjärjestelmän kyky tuottaa voimaa ensimmäisen 0.1-0.3 sekunnin kuluttua torjuntaliikkeen aloittamisesta (Ihme & Stütze 2012). Niin ylä- kuin alaraajojen voimaharjoittelussa tulee keskittyä maksimivoimaan ja räjähtävään voimantuottoon, jota vaaditaan yksittäisten torjuntajen suorittamisessa. Maksimivoimaharjoittelun avulla muodostetaan pohja koko voimaharjoittelulle, kehittämällä samalla hermostoa. Kestovoimaharjoittelun avulla voidaan kehittää maalivahdin keskivartalon ja alaraajojen toimintaa torjuntatyöskentelyn aikana. Keskivartalon lihaksisto työskentelee jatkuvasti ylläpitäen ylävartalon asentoa, edesauttaen näin torjunta-asennon hallintaa; keskivartalon harjoittaminen voidaan toteuttaa lihaskestävyysharjoitteluna. Alaraajojen anaerobista voimakestävyyttä tarvitaan niin ikään torjunta-asennon hallinnassa. Voimakestävyuden lisäksi alaraajoilta vaaditaan yläaraajojen tavoin nopeusvoimaominaisuuksia, yksittäisten torjuntajen räjähtävän voimantuoton muodossa. (Näckel 2004, 26-28.)

Otaen huomioon maalivahdin liikkumistekniikat, voi olla, että maalivahdin tulisi toteuttaa alaraajojen voimaharjoitteluaan käyttämällä suuria liikelaajuuksia sisältäviä harjoituksia. Kenttäpelaajien voimaharjoittelussa saattavat usein korostua juoksussa käytettävät nivelkulmat, joiden todettiin Meron ym. (1987) mukaan vaihtelevan eliittipikajuoksijoilla kontaktivaiheessa 150-160° välillä. Salibandyssä kontaktivaiheen nivelkulmat ovat kenttäpelaajilla to-

dennäköisesti pienemmät johtuen kehon alhaisemmasta painopisteestä sekä lyhyemmästä askelpituudesta, jotka usein kuuluvat paljon suunnanmuutoksia sisältävien lajien luonteeseen (Sayers 2000). Tämä ei kuitenkaan poista sitä tosiasiaa, että maalivahdit työskentelevät kenttäpelaajia useammin muun muassa pienemmillä polvikulmilla.

Maalivahdilta vaaditaan sekä reaktionopeutta, räjähtävää nopeutta että liikkumisnopeutta. Maalivahtipelissä reaktionopeudella viitataan muun muassa laukauksen näkemisestä torjuntasuorituksen aloittamiseen kuluvaan aikaan. Räjähtävän voiman taso on riippuvainen maalivahdin lajitaidoista ja sillä viitataan yksittäisiin ja lyhytaikaisiin mahdollisimman nopeisiin liikesuorituksiin, joita maalivahdin suorittamat torjunnat edustavat (Näckel 2004, 23). Maalivahtipelissä liikkumisnopeus ilmenee maalivahdin eri liikkumistekniikoiden kautta. Salibandyssä pelitilanteet etenevät nopeasti ja toisinaan myös yllättävästi, jolloin maalivahdilta vaaditaan nopeaa, tarkkaa ja tarkoituksenmukaista liikettä, toisin sanoen ketteryyttä; ominaisuuden taustalla vaikuttavaa keskivartalon hallintaa sekä yleistä keuhonhallintaa ei tule myöskään unohtaa (Korsman & Mustonen 2011, 123).

Maalivahtipelissä myös nivelten riittävät liikelaaajuudet ovat edellytys tehokkaiden suoritusten tekemiselle (Näckel 2004, 17). Maalivahti joutuu reagoimaan nopeasti pelivälineen liikkeeseen, jolloin omaa kehoa joudutaan liikuttamaan laajoilla liikelaaajuuksilla: riittämätön liikkuvuus (yhdessä mahdollisesti puutteellisen voimantuoton kanssa) saattaa rajoittaa ja hidastaa maalivahdin liikkumista, jolloin vastustajalle avautuu maalipaikkoja maalivahdin virhesijoitumisten kautta (Korsman & Mustonen 2011, 124). Liikkuvuuden suhteen merkittäviä lokatioita maalivahdin suorituksen kannalta ovat polvi- ja olkanivelet, selkäranka (Penttinen 1995, 69), sekä lantio- ja nilkkanivelet (Korsman & Mustonen 2011, 124).

2.4 Psykologia

“Hyväkin palloilujoukkue nousee tai kaatuu maalivahtipelin mukana. Paraskaan puolustus ei auta, jos puolustuksen viimeinen lukko, maalivahti, ei ole pelipäällä.”

- *Markku Lautamäki, Loviisan Sanomat 2009*

Maalivahdin pelipaikkaa voidaan pitää lajista katsomatta haastavana, sillä maalivahdin pelisään tekemä virhe on usein nähtävissä tulostaululla vastustajan onnistumisena. Korsman ja Mustonen (2011, 125) lähestyivät salibandyn maalivahtipelin psykologiaa psyykkisten lajivaatimusten kautta, joihin he listasivat kuuluvaksi tunteiden säätelyn, itseluottamuksen, pelinlukutaidon ja siihen liittyvän nopean päätöksenteon sekä rentoutumis- ja keskittymiskyvyn. Tässä yhteydessä maalivahdin pelinlukutaitoa ja päätöksentekoa on käsitelty lyhyesti pelikäsitteiden yhteydessä kappaleessa 2.2- Taktiikka.

2.4.1 Tunteet ja niiden säätely harjoitusten sekä ottelun aikana

Tunneälyllä viitataan kykyyn tunnistaa, ymmärtää, säädellä ja ilmaista tunteita (Salovey & Mayer 1990). Ottelunaikaisen torjuntatyöskentelyn optimoimiseksi salibandymaalivahdin tulisi hallita tunteitaan sekä ajatuksiaan, säilyttäen rauhallisuutensa läpi ottelun (Korsman & Mustonen 2011, 125). Maalivahdit ovat toki temperamenteiltaan erilaisia, ja he ilmaisevat tunteitaan samankaltaisissa tilanteissa eri tavoin. Tunteiden ilmaisu on sallittua, kunhan se ei vaikuta negatiivisesti joukkueen tai maalivahdin omaan suoritukseen.

Smith ym. (1998) tutkimuksessa selvitettiin nuorten jääkiekkomaalivahtien (n = 43, ikä 10-18 v.) tunneilmastoa sekä näkemyksiä, jotka assosioituivat maalivahtina oloon. Lisäksi tutkimuksessa valotettiin psyykkisten, fyysisten ja erilaisten tilannetekijöiden vaikutusta jäällä tapahtuvaan suoritukseen, jossa maalivahdit torjuivat automaattisen koneen syöttämiä kiekkoja. Maalivahteja haastateltiin neliportaisella PSOM -asteikolla (*Positive States of Mind*), jonka avulla selvitettiin muun muassa maalivahdin tilanneahdistuneisuutta, joka assosioitui maalivahdin kykyyn rentoutua ja kertoa sen hetkisistä tuntemuksistaan. Tutkimustulosten mukaan maalivahdin kyky kertoa tunteistaan korreloi merkittävästi vanhempien maalivahtien (n = 23, ikä 14-18) torjuntasuorituksen kanssa. Tutkijat esittivät selittäviksi tekijöiksi sen, että paremmin suoriutuva maalivahti tuntee kenties olonsa varmemmaksi ollen näin halukkaampi keskustelemaan huolistaan. Toisen selitysmallin mukaan ulospäin suuntautuneemmat maalivahdit hakevat useammin neuvoa valmentajiltaan ja pystyvät vastaanottamaan palautetta, jolloin heidän valmennettavuutensa (*'coachability'*) on korkea. (Smith ym. 1998.)

2.4.2 Itseluottamus

Maalivahdin harteille kasataan ottelussa paljon paineita ja maalivahdin onnistuminen ja epäonnistuminen usein profiloikin joukkueen menestystä tiukoissa kamppailuissa; epävarman maalivahdin toiminta välittyy usein myös kenttäpelaajien suoritukseen (Korsman & Mustonen 2011, 125). Maalivahdin tulee siis kyetä ymmärtämään häneen ulkoisesti suuntautuvat paineet ja suhteuttaa ne omaan sisäiseen vaatimustasoonsa siten, että nuo kaksi kyseistä muuttujaa ovat tasapainossa ja maalivahdille syntyy luottamus omaa tekemistään ja osaamistaan kohtaan.

Nuorilla jääkiekkomaalivahdeilla (n = 43, 10-18 v.) suurin paineiden aiheuttaja torjuntatilanteissa oli maalivahti itse. Henkilökohtaisten suoritusten merkitys tunteiden aiheuttajana korostui niin hyvässä kuin pahassa: selkeästi suurin tyytyväisyyden tunne koettiin hyvän henkilökohtaisen suorituksen – tässä tapauksessa merkittävän torjunnan – suorittamisen yhteydessä. Pelon tunteet assosioituivat henkilökohtaiseen epäonnistumiseen hieman joukkueen epäonnistumista useammin. (Smith ym. 1998.)

2.4.3 Maalivahdin rentoutumis- ja keskittymiskyky salibandyottelun aikana

Salibandyssa pelinopeus saattaa ajoittain nousta hyvinkin korkeaksi, tilanteiden vaihdella erittäin nopeasti ja kenties myös yllättävästi. Maalivahdin tulee elää hetkessä ja olla mieltimättä etukäteen pelin mahdollista lopputulosta; myöskään esimerkiksi vastustajan edellisessä tilanteessa aikaansaamaa maalia ei tule jäädä märehtimään (johtui se sitten maalivahdin virheestä tai ei), sillä se vie osan maalivahdin huomiosta pois uusista ja kehittyvistä pelitilanteista. Maalivahdin tulee suunnata tarkkaavaisuuttaan samanaikaisesti eri kohteisiin, kuten vastustajan pallolliseen ja pallottomiin pelaajiin (Korsman & Mustonen 2011, 127) – selkeässä maalintekotilanteessa maalivahdin tarkkaavaisuuden tulisi kuitenkin suuntautua palloon sekä myös joissain määrin pallollisen pelaajan kehon sekä mailan liikkeisiin. Salmela ja Fiorito (1979) testasivat nuoria jääkiekkomaalivahteja (n = 34, ikä keskimäärin 15.8 vuotta) asetelmalla, jossa he toistivat maalivahdeille videota pelaajasta, joka lähestyi maalia ja laukoi kiekon sitten joko ranne- tai lyöntilaukauksella kohti maalin yhtä kulmaa. Videosta oli kuitenkin poistettu yksittäisiä kuvia juuri ennen mailan ja kiekon kontaktia siten, että joko 2, 4 tai 8 ruu-

tua oli poistettu – käytännössä tämä vastasi videolla ajallisesti 1/12, 1/6 ja 1/3 sekuntia. Tutkimustulokset osoittivat, että laukausta edeltävät visuaaliset vihjeet tukivat maalivahdin reagointia oikeaa kulmaa kohden siten, että maalivahdit kykenivät lukemaan rannelaukauksen suuntaa pelaajan kehon ja lavan asennoista lyöntilaukausta paremmin. (Salmela & Fiorito 1979.)

Rentoutumis- ja keskittymiskyvyn taustalla voidaan tarkastella maalivahdin vireystilaa ja sen vaikutusta ottelusuoritukseen. Vireystilan ja urheilusuorituksen laadun yhteyden on havaittu olevan U-kirjaimen muotoinen, jolloin liian matala tai liian korkea vireystila laskee suorituksen laatua, optimin sijaitessa noin kyseisten tilojen puolivälissä (~65% tasolla) (Enoka 2008). Signaali-havainto -teorian mukaan vireystila vaikuttaa tarkkaavaisuuden kautta olennaisten ja epäolennaisten tekijöiden havainnointiin: optimaalisessa vireystilassa havaitaan paljon olennaisia ja vähän epäolennaisia tekijöitä, kun taas liian matala vireystila vähentää suorituksen kannalta olennaisten tekijöiden havainnointia. Liian korkeassa vireystilassa havaitaan paljon olennaisia sekä epäolennaisia tekijöitä, jolloin reaktionopeus hidastuu (Welford 1980) – rentoutumiskyky yhdessä tunteiden säätelyn kanssa auttaa maalivahtia korkean vireystilan ja pelijännityksen laskemisessa (Korsman & Mustonen 2011, 128).

3 MAALIVAHDIN ANTROPOMETRISET OMINAISUUDET JA FYYSINEN SUORITUSKYKY

Maalivahtien fyysistä suorituskyyä sekä antropometrisia ominaisuuksia on profiloitu miehillä ja nuorilla aikuisilla muun muassa jääkiekossa (Vescovi ym. 2006), käsipallossa (Justin ym. 2013) ja jalkapallossa (Ziv & Lidor 2011). Milanovic ym. (2012) suorittivat vertailevan analyysin jalka- ja käsipallomaalivahtien morfologisten ominaisuuksien suhteen. Naisilla vastaavan kaltaisia analyysejä on suoritettu verkkopallossa, maahockeyssa ja jääkiekossa (Geithner ym. 2006). Tämän lisäksi itse pelisuorituksen kuormittavuutta kenttäpelaajilla ja maalivahdeilla on tutkittu miesten käsipallossa (Karcher & Buchheit 2014) ja jääkiekossa (Noonan 2010, Kilpivaara 2012, Stanula & Rocznio 2014). Salibandyssa ottelusuorituksen kuormittavuutta on tutkittu ainoastaan mies- (Kainulainen 2015) ja naiskenttäpelaajilla (Tikkanen 2014).

Vescovi ym. (2006) havaitsivat pelipaikkakohtaisia eroja vuosina 2001-2003 NHL:n Combine-tilaisuudessa testattujen ja jälkeenpäin NHL:en draftattujen jääkiekkoilijoiden testituloksissa. Kehonkoostumusmittausten perusteella maalivahdeilla oli suurempi rasvaprosentti hyökkääjiin verrattuna. Arnason ym. (2004) totesivat islantilaisia miesjalkapalloilijoita käsitelleessä tutkimuksessaan maalivahtien olevan pidempiä ja painavampia kuin kenttäpelaajien; myös Semjon ym. (2016) tutkimuksessa Tsekin I-divisioonan maalivahdit olivat jalkapallojoukkueen painavimpia ja yhdessä keskuspuolustajien kanssa joukkueen pisimpiä pelaajia.

Maalivahtien kehonkoostumuksen yhteyttä torjuntatyöskentelyyn on tutkittu miesten käsipallossa (Visnapuu ym. 2011). Tutkimuksessa aineisto koostui vuoden 2006 poikien U18 MM-kisoissa pelanneista maalivahdeista (n = 40). Tutkimuksen mukaan antropometriset muuttujat eivät olleet päteviä indikaattoreita määrittämään maalivahdin torjuntatyöskentelyä. Tutkimuksen yhteydessä todettiin kuitenkin, että lyhyemmät maalivahdit (pituus ≤ 189 cm) torjuivat merkittävästi enemmän 7 metrin vapaaheittoja saavuttaen niissä korkeamman torjuntaprosentin – toisaalta heitä kohden myös heitettiin absoluuttisesti enemmän kyseisiä vapaaheittoja. Pidempien maalivahtien (pituus ≥ 190 cm) torjuntatyöskentely oli tehokkaampaa sivulta ja

kaukaa tulleissa hyökkäysheitoissa sekä nopeissa vastahyökkäyksissä, mutta ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkittävä. (Visnapuu ym. 2011.)

Liikkuvuuden suhteen maalivahtit ovat erottuneet miehissä edukseen niin jääkiekossa kuin jalkapallossa: alaselän ja takareisien liikkuvuutta mitanneessa sit-and-reach- testissä jääkiekkomaalivahtit saavuttivat muita pelaajia parempia testituloksia (Vescovi ym. 2006). Arnason ym. (2004) taas totesivat islantilaisten jalkapallomaalivahtien lantion fleksorien ja suoran reisisilihaksen liikelaajuuksien olleen keskikenttäpelaajiin ja puolustajiin verrattuna korkeammalla tasolla.

Tarkasteltaessa hermostollista suorituskykyisyyttä niin voima-, nopeus- kuin ketteryysteillä, tutkimustulokset pelipaikkakohtaisista eroista ovat vaihdelleet lajista riippuen. Miesten jääkiekossa 2001-2003 NHL:n Combine-tilaisuudessa testattujen ja jälkepäin NHL:en draftattujen maalivahtien testitulokset olivat yleisesti kenttäpelaajia heikompia ylävartalon voimaa mitanneissa testeissä (Vescovi ym. 2006). Eliittitason naisjääkiekkoilijoita tarkastelleessa tutkimuksessa Geithner ym. (2006) mukaan kenttäpelaajien ketteryyssominaisuudet luistelussa olivat yleisesti maalivahteja paremmat. Jalkapallossa miespelaajien nopeus- ja ketteryystestien tutkimustulokset eivät sen sijaan asettuneet ratkaisevasti kenttäpelaajien eduksi (Ziv & Lidor 2011). Niin ikään miesjalkapalloilijoita käsitelleissä tutkimuksissa pelipaikkakohtaiset erot alaraajojen voima- ja tehontuotto-ominaisuuksissa ovat vaihtelevia tutkimuksesta riippuen: maalivahtien jalan ojentajalihasten absoluuttinen tehontuotto Smith-takakykyssä oli Arnasonin ym. (2004) tutkimuksessa maalivahteilla keskikenttäpelaajia ja puolustajia korkeammalla tasolla, kun taas Davis ym. (1992) eivät havainneet pelipaikkakohtaisia eroja kehonpainoon suhteutetuissa vääntömomenteissa isokineettisissä polven fleksio- ja ekstensiomittauksissa.

Naismaalivahtien aerobisen kapasiteetin on todettu jääkiekossa olevan kenttäpelaajia heikompi (Geithner ym. 2006). Vescovi ym. (2006) mukaan jääkiekossa NHL:en draftattujen miesmaalivahtien anaerobinen kapasiteetti oli niin ikään kenttäpelaajia matalampi. Jalkapallossa Ziv ja Lidor (2011) totesivat miesmaalivahteja käsitelleessä review-artikkelissaan, että maalivahtien VO_{2max} oli useimmiten kenttäpelaajia heikommalla tasolla; saman päätelmän tekivät myös Arnason ym. vuoden 2004 tutkimuksessaan. Twistin ja Rhodesin (1993) mukaan hyök-

kääjän tulisi jääkiekossa saavuttaa suorituskyvysään >60 ml/min/kg VO_{2max} , kun taas puolustajilla ja maalivahteilla riittävän arvon katsottaisiin olevan >50 ml/min/kg; peli on toki edennyt runsaasti noista vuosista. Salibandyssa maalivahtien maksimaalista hapenottokykyä ei ole tutkittu.

Maalivahteja testattaessa VO_{2max} - testien kuormitustavat sekä koeasetelmat ovat vaihdelleet laajalti, mikä on havaittavissa muun muassa miesjalkapalloilijoita käsitelleissä tutkimuksissa (Taulukko 1): maksimaalisia ja submaksimaalisia testejä on suoritettu sekä juoksumatolla että polkupyöraergometrillä (Ziv & Lidor 2011). Semjon ym. (2016) testasivat miesjalkapalloilijoita – mukaan lukien maalivahteja – juoksumattotestillä, jossa aloituskuorman (10 km/h) jälkeen maton nopeutta kasvatettiin joka minuutin jälkeen 1 km/h aina 16 km/h asti, juoksumaton kulman ollessa 5 %. Tämän jälkeen juoksumaton kulmaa nostettiin jokaisen minuutin jälkeen 2.5 % kunnes testattava saavutti totaalisen uupumuksen. Manari ym. (2016) hyödynsivät jalkapallokentälle sovellettua muunnelmaa Conconin (1996) testistä: testissä juostiin uupumukseen asti 280 m rataa, joka oli jaettu 20 m osiin. Testi aloitettiin juoksemalla nopeudella 9 km/h ja jokaisen juostun 140 m jälkeen juoksunopeutta kasvatettiin 0.3 km/h. Juoksurytmi tarkistettiin äänimerkillä joka toisella 20 m osuudella.

Jääkiekossa muun muassa Stanula & Rocznik (2014) ovat testanneet nuorten miesjääkiekkoilijoiden VO_{2max} :ä asteittaisella polkupyöraergometritestillä. 3 minuutin portaista koostuva testi aloitetaan intensiteetistä 1 W/kg, jota nostetaan 0.5 W/kg jokaisen kuormitusportaan jälkeen aina uupumukseen asti. Durocherin ym. (2010) mukaan polkupyöraergometritestin kautta tapahtuva VO_{2max} ja laktaattikynnys (LT) arvio ei kuitenkaan ole validi indikaattori jäällä tapahtuvan suorituksen arvioimiseksi. Tutkimuksessa vertailtiin maksimaalisissa jäällä ja polkupyöraergometrillä suoritetuissa VO_{2max} -testeissä saavutettuja laktaatti-, syke- ja hapenottoarvoja. Hapenotto- ja sykearvot olivat korkeampia jäällä suoritetuissa testeissä (46.9 ± 1.0 ml/min/kg ja 192.2 ± 1.8 bpm vrt. 43.6 ± 0.9 ml/min/kg ja 186.0 ± 1.5 bpm) – myös maksimisykkeeseen ja -hapenottoon suhteutettu laktaattikynnys oli kenttätesteissä huomattavasti korkeampi ($85.9 \% \pm 1.9 \% VO_{2max}$ vrt. $69.7 \% \pm 1.3 \% VO_{2max}$). Saavutettu maksimilaktaatin arvo oli kuitenkin pp-ergometritestissä kenttätestiä korkeampi (13.6 ± 0.7 mmol/l vrt. 11.3 ± 0.7 mmol/l).

Maahockeyssa maksimaalista hapenottookykyä on tutkittu saksalaisilla maajoukkueetason mies- ja naispelaajilla (Hinrichs ym. 2010) juoksumattotestillä, jossa kahden 5 min verryttelyjakson (2.4 m/s ja 2.8 m/s 1 % kulmalla) jälkeen suoritettiin 30 s jaksoja nousevalla intensiteetillä. Jaksot aloitettiin nopeudella 3.0 m/s, josta sitä nostettiin jokaisen 30 s jälkeen 0.2 m/s kulman pysyessä vakiona (2 %). Tutkimuksesta ei kuitenkaan käy ilmi, mitä pelipaikkaa testatut pelaajat edustivat ja oliko testattujen pelaajien joukossa maalivahteja (Taulukko 2).

TAULUKKO 1. Yhteenveto perustuen Zivin ja Lidorin (2011) katsaukseen jalkapallomaalivahteilla toteutetuissa, aikaisemmissa tutkimuksissa mitatuista VO_{2max} -arvoista ja käytetyistä protokollista. Taulukkoon lisätty myös katsauksen jälkeen julkaistut Semjonin ym. (2016) ja Manarin ym. (2016) tutkimukset.

Tutkimus	Tutkittavat	Kilpailutaso	Mittausmenetelmä	VO_{2max} (ml/min/kg)
Aikuiset				
Arnason ym. (2004)	n = 24	17 joukkuetta islantilaisesta pääsarjasta ja I-div.	Maksimaalinen juoksumattotesti	57.3 ± 4.7
Aziz ym. (2008)	n = 16	Paikallinen huippuliiga Singaporessa	kenttätesti – repeated sprint test	50.2 ± 5.3
Davis ym. (1992)	n = 13	Englannin I ja II-div. 8 eri joukkueesta	kenttätesti – multistage fitness test	56.4 ± 3.9
Ramadan & Byrd (1987)	n = 2	1982 Kuwaitin World Cup joukkue	maksimaalinen polkupyöräergometritesti	48.0 ± 4.4
Sporis ym. (2009)	n = 30	12 joukkuetta Kroatian liigasta	maksimaalinen juoksumattotesti	50.5 ± 2.7
Semjon ym. (2016)	n = 11	Tsekin 1-div.	maksimaalinen juoksumattotesti	54.0 ± 3.4

Manari ym. (2016)	n = 1.15% 450 tutkit- tavasta	13 ammattilaisjoukku- etta: Italian Serie A (8) ja B (2), Ranskan Ligue 1 (1), Englannin Valioliiga (1) ja I-div. (1)	muokattu Conconin (1996) kenttätesti	50.85 ± 4.2
----------------------	-------------------------------------	--	---	-------------

Nuoret				
Gil ym. (2007)	n = 29 (14.5-21.5 v)	Espanjalaisen seuran juniorijoukkueet	submaksimaalinen pol- kupyöraergometritesti käyttäen Åstrandin no- mogrammia (arvio)	48.4 ± 11.1
Tahara ym. (2006)	n = 6 (16.8 ± 1.1 v)	Maalivahteja japani- laisesta lukiosta	maksimaalinen juoksu- mattotesti	54.2 ± 4.5
Wong ym. (2009)	n = 10 (<14 v)	<14-vuotiaiden sarja Hong Kongissa	maksimaalinen juoksu- mattotesti	55.1 ± 8.5

TAULUKKO 2. Yhteenveto jääkiekossa nuorilla mieskenttäpelaajilla (Durocher ym. 2010, Stanula & Rocznik 2014) ja maahockeyn pelaajilla (Hinrichs ym. 2010) toteutetuista VO_{2max}-testeistä käytettyine aineistoineen, protokollineen ja testituloksineen.

Tutkimus	Tutkittavat	Kilpailutaso	Mittausmenetelmä	VO _{2max} (ml/min/kg)
Durocher ym. 2010	n = 12, 21.4 ± 0.5 v.	Pohjois-Amerikan yliopistojoukkueet: 11 div. I (11), div. III (1)	jaksoittainen maksimaa- linen polkupyöraergo- metritesti puolittaisessa jääkiekkovarustuksessa	43.6 ± 0.9
Stanula & Rocznik (2014)	n = 20, 16.7 ± 0.75 v.	Puolan U18- maajoukkue	maksimaalinen polku- pyöraergometritesti	hyökkääjät: 60.3 ± 5.0 puolustajat: 58.8 ± 8.7

Hinrichs (2010)	ym. n = 17 + 17, 24.2 ± 2.9 v. / 24.8 ± 3.0 v.	Saksan mies- ja naismaajoukkue	maksimaalinen juoksu- mattotesti	miehet: 55.8 ± 4.0 naiset: 46.6 ± 2.9
--------------------	---	-----------------------------------	-------------------------------------	--

4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli profiloida salibandymaalivahdin kehonkoostumusta ja fyysistä suorituskykyä sekä tarkastella näiden muuttujien yhteyttä maalivahdin torjuntaprosenttiin sekä pelaamien otteluiden ja niissä päästettyjen maalien lukumääriin kauden 2016 - 2017 runkosarjassa. Lisäksi tutkimus pyrki valottamaan nais- ja miesmaalivahtien suorituskyvyn ja kehonkoostumuksen sekä -mittasuhteiden välillä mahdollisesti ilmeneviä eroja.

Ongelma 1: Millainen on salibandymaalivahdin fyysinen suorituskykyprofiili ja kehonkoostumus?

Hypoteesi 1: Salibandymaalivahdit ovat ketteriä ja heillä on hyvä reaktionopeus. Heidän maksimaalinen hapenottookykyänsä on kenttäpelaajia heikompi, eikä se välttämättä saavuta normaaliväestön parhaimmistoa. Salibandymaalivahtien rasvaprosentti saattaa poiketa yleisesti urheilijoilta odotettavista rasvaprosenteista.

Perustelu 1: Maksimaalisen hapenottookyvyn on todettu olevan maalivahdeilla muita pelaajia heikompi niin jalkapallossa (Arnason 2004, Ziv & Lidor 2011) kuin jääkiekossa (Vescovi ym. 2006). Juosten suoritetuissa VO_{2max} -testeissä miesjalkapallomaalivahdeilla on mitattu noin 50-57 ml/min/kg hapenottoarvoja (Ziv & Lidor 2011). Arvot sijoittuvat Shvartzin ja Reiboldin (1990) julkaisemassa normaaliväestön hapenottookykyä arvioineessa review-artikkelissa 7-portaisen asteikon luokkiin 5 ja 6 (hyvä ja erittäin hyvä). Geithner ym. (2006) testasivat yhdysvaltalaisen yliopiston jääkiekkjoukkueen naismaalivahteja ($n = 13$) määrittäen maksimaalisen hapenottookyvyn Legerin testiin perustuvan ennusteyhtälön avulla, saaden VO_{2max} - arvoksi 41.09 ± 5.85 ml/min/kg. Twistin ja Rhodesin (1993) mukaan miesmaalivahdeilla riittävä arvo olisi jääkiekossa >50 ml/min/kg – kyseiset arvot sijoittuisivat samaisessa Shvartzin ja Reiboldin (1990) review-artikkelissa luokkiin 4 ja 5 (keskimääräinen ja hyvä). Pelitilanteet vaihtuvat salibandyssä nopeasti, mikä vaatii maalivahdilta lajinomaista ketteryyttä sekä räjähtävää voimantuottoa. Salibandymaalivahdit kohtaavat viikoittaisen lajiharjoittelun yhteydessä runsaasti reaktionopeutta haastavia stimuluksia: on oletettavaa, että vuosien harjoittelun seurauksena kyseinen suorituskyvyn osa-alue on kehittynyt korkealle tasolle. Miesurheilijoilla eri

palloilulajien edustajien rasvaprosenttien on karkeasti ilmaistuna todettu asettuneen akselille 7.5-15.0 % niin kori- ja jalkapallossa kuin amerikkalaisessa jalkapallossa; naisurheilijoilla vastaaviksi prosenteiksi on todettu kori- ja jalkapallossa 21.0-22.0 % (McArdle ym. 2015, 771). Muun muassa jääkiekossa (Geithner ym. 2006, Vescovi ym. 2006) nais- (28.38 ± 3.21 %) ja miesmaalivahtien (10.9 ± 2.1 %) rasvaprosentin on todettu olevan korkeampi kenttäpe- laajiin verrattaessa.

Ongelma 2: Onko mies- ja naismaalivahtien kehonkoostumuksessa tai suorituskyvyssä eroja?

Hypoteesi 2: Miesmaalivahdeilla on naismaalivahteihin verrattaessa suurempi kyky tuottaa voimaa ja heidän aerobinen kapasiteettinsa on niin ikään suurempi; myös miesten reaktioajat ovat nopeammat. Miehillä rasvattoman kehonpainon osuus on usein suurempi naisiin verrat- tuna, rasvakudoksen määrän ollessa vastaavasti naisilla korkeampi. Naismaalivahdeilla on oletusarvoisesti miesmaalivahteja parempi liikkuvuus.

Perustelu 2: Miesurheilijoiden reaktioajan on todettu olevan naisurheilijoita nopeampi moni- valintaisessa reaktioaikatestissä (Welford 1980). Hormonaalisista vaikutuksista johtuen mies- ten vaste voimaharjoittelulle on naisia korkeampi, sillä heillä on naisia korkeammat testoste- roni- sekä matalammat kortisolivasteet (McArdle ym. 2015, 536). Tästä johtuen miehet omaavat usein suuremman lihassmassan, minkä seurauksena he kykenevät edelleen suurem- paan tehontuottoon ($P = Fv = \Delta W / \Delta t$) nopeaa voimantuottoa vaativissa suorituksissa. Korke- ammassa estrogeenituotannosta johtuen naisilla on usein miehiä korkeampi rasvaprosentti (Kenney ym. 2012, 483) – korkeamman rasvakudoksen määrän voidaan katsoa myös johtavan pienempään kudostiheyteen, minkä seurauksena naiset omaavat usein miehiä paremman liik- kuvuuden (Mero & Holopainen 2007). Miesurheilijoilla on todettu olevan naisurheilijoita suurempi kyky tuottaa energiaa aerobisesti – ilmiön taustalla on jälleen muun muassa miesten suurempi testosteronihormonin taso, joka osaltaan vaikuttaa hemoglobiinin synteesiin ja edel- leen veren hapenkuljetuskapasiteettiin. (McArdle ym. 2015, 738).

Ongelma 3: Onko maalivahdin kehonkoostumuksella ja -mittasuhteilla, fyysisen suoritusky- vyn eri osa-alueilla tai maalivahdin tasolla ja kokemuksella yhteyttä maalivahdin torjuntapro- senttiin tai päästettyjen maalien lukumäärään runkosarjan aikana?

Hypoteesi 3: Korkeamman rasvaprosentin ja mahdollisesti myös pienemmän lihasmassan voidaan katsoa vaikuttavan maalivahdin voimantuottokykyyn ja ketteryyteen siten, että puutteet näissä ominaisuuksissa saattavat heijastua maalivahdin kykyyn torjua laukauksia; myös puutteet VO_{2max} :ssä saattavat toimia ilmiön taustalla. Maalivahdin reaktioaika ei välttämättä korreloi maalivahdin torjuntaprosentin kanssa.

Perustelu 3: Mikäli maalivahdin aerobisessa kestävyudessa on puutteita, voi se otteluiden yhteydessä ilmetä maalivahdin torjuntatekniikoiden laadun muutoksena siten, että oikeiden torjuntatekniikoiden joukkoon sekoittuu virheellisiä torjuntatekniikoita (Penttinen 1995, 67): tämä saattaa vaikuttaa maalivahdin torjuntaprosenttiin sitä laskevasti. Toisaalta Visnapuu ym. (2011) mukaan antropometriset muuttujat eivät olleet päteviä indikaattoreita määrittämään maalivahdin torjuntatyöskentelyä käsipallossa. Pohjanvirran (2016) mukaan jääkiekko-maalivahdin tason ja reaktioajan välillä ei havaittu yhteyttä, mikä voi käytännössä tarkoittaa sitä, että hyvä reaktionopeus ei ole edellytys korkealla tasolla pelaamiselle tai tässä tapauksessa myöskään kenties korkealle torjuntaprosentille.

5 MENETELMÄT

5.1 Tutkittavat

Tutkimusjoukko koostui Suomen Salibandyliiton alaisissa sarjoissa (Naisten Salibandyliiga, Miesten II-Divisioona, A-poikien SM-sarja) kaudella 2016 - 2017 pelanneista mies- ja naismaalivahdeista ($n = 9$). Tutkittavien keski-ikä oli mittaushetkellä 20.6 ± 3.0 vuotta, pituus 1.79 ± 0.10 m ja paino 79.2 ± 8.2 kg. Miesten rasvaprosentiksi mitattiin ihopoimiumittauksella keskimäärin 18.6 ± 3.5 %, vastaavan prosentin ollessa naisilla 26.9 ± 8.6 %. Maalivahtitautaa pelaajilla oli keskimäärin 8.6 ± 3.0 vuodelta. Maalivahdit pelasivat kaudella 2016-2017 keskimäärin 9.3 ± 5.4 runkosarjaottelua torjuntaprosentilla 77.9 ± 5.3 % päästään 5.3 ± 0.9 maalia ottelua kohden (SSBL 2017). Tutkittavat täyttivät esitieto- ja suostumuslomakkeen ennen testien suorittamista; alaikäiseltä tutkittavalta ($n = 1$) vaadittiin huoltajan allekirjoitus. Tutkimuksessa noudatettiin Jyväskylän yliopiston eettisen toimikunnan ohjeita, periaatteita ja käytäntöjä.

5.2 Aineiston keräys ja analysointi

5.2.1 Koasetelma

Aineiston kerääminen tapahtui marras-joulukuussa (2016) sarjakaudella 2016-2017 runkosarjan ollessa käynnissä kaikilla tutkimukseen liittyneillä sarjatasoilla. Fyysistä suorituskykyä ja antropometriaa arvioineet mittaukset toteutettiin yhden arkipäivään (ma-pe) sijoittuneen, 3,5-5 h kestäneen testauspäivän aikana 8-20:30 välillä Hippoksella Viveca-rakennuksella biomekaniikan laboratorion tiloissa, Hipposhallissa sekä Jyväskylän yliopiston Liikuntarakennuksella. Testien välillä olevat tauot pyrittiin pitämään mahdollisimman lyhyinä, mutta niihin vaikutti vaihtelevasti siirtymiin sekä laitteiston asetteluihin kulunut aika. Kaikki testit toteutettiin saman testaajan toimesta, lukuun ottamatta polkupyöräergometrilla tapahtunutta VO_{2max} -testiä, jossa paikalla oli ajoittain myös toinen avustava, ja vaihtuva testaaja. Seuraavaksi testauspäivän sisältö on avattu kuvaamalla käytetyt testimenetelmät siinä järjestyksessä, kuin ne testauspäivän aikana suoritettiin.

5.2.2 Antropometriamittaukset

Antropometriamittaukset koostuivat tutkittavan pituuden, painon ja siipivälin mittaamisesta sekä ihopoimiumittauksesta, jonka avulla tutkittavan kehonkoostumuksesta muodostettiin arvio hyödyntämällä (Durnin & Rahaman 1967) protokollaa. Kaikki mittaukset suoritettiin tutkittavasta riippuen 8-16 välillä saman mittaajan toimesta.

Pituus mitattiin pituusmittarilla 0.01 m tarkkuudella testattavan seistessä jalat vierekkäin, kantapäät maassa ja seinää vasten ilman kenkiä ja ryhdikkäässä asennossa siten, että kantapäät, pakarat, hartia sekä pää koskettivat seinään.

Paino mitattiin 0.1 kg tarkkuudella digitaalivaa'alla ilman kenkiä ja kevyessä vaatetuksessa siten, että vaatteiden painoksi arvioitiin 200 g. Tutkittavien painoindeksi (BMI, *body mass index*) määritettiin pituuden ja painon avulla (kg/m^2).

Syli (arm span) mitattiin tutkittavan seistessä jalat vierekkäin, jalkapohjat kiinni lattiassa ja selkä seinää vasten ryhdikkäässä asennossa kantapäät, pakarat, hartia sekä pää kiinni seinässä. Tästä kädet levitettiin vaakatasossa suorina sivuille sormet ojennettuina seinää myöten – hartiat pidettiin vaakatasoon nähden suorassa linjassa. Tulokseksi muodostui keskisormien välinen etäisyys 0.01 m tarkkuudella. Pituus- ja sylimitan avulla tutkittaville määritettiin sylipituus –suhde (ASHR, *arm span-height -ratio*) jakamalla mitattu sylimita tutkittavan pituudella.

Ihopoimiumittaukset. Ihopoimiumittausten on todettu aliarvioivan kehon rasvaprosenttia vedenalaispunnitukseen verrattaessa, kun käytössä olivat Jacksonin & Pollockin (1978) ja Jacksonin ym. (1980) yhtälöt. Sen sijaan Durnin & Womersley (1974) yhtälön kautta ihopoimiumittauksen tulokset vastasivat suhteellisen hyvin vedenalaispunnituksen tuloksia (Fogelholm & van Lichtenbelt 1997). Arvoihin saattaa sisältyä suurempaa virhettä tutkittavien ollessa kehonkoostumukseltaan lähempänä ääripäitä (mm. Kitano ym. 2001). Myös DEXAan verrattaessa ihopoimiumittausten kautta on saavutettu matalampia arvioita kehon rasvaprosentista; menetelmän voidaan kuitenkin katsoa olevan riittävän tarkka kenttätutkimuksessa (Duz ym. 2009), erityisesti mikäli arvio rasvaprosentista perustuu vähintään kolmeen mittauslokaatioon

(Pollock ym. 1980). Mittauksen virhelähteitä ovat muun muassa vaihtelut ihonalaisen rasvan osuudessa suhteessa kehon rasvapitoisuuteen sekä tekniset mittausrvirheet (Lohman 1981).

Ihopoimumittaus toteutettiin kehon oikealta puolelta tutkittavan seistessä rentona käyttämällä Harpendenin mittaharppia (British Indicators, West Sussex, UK). Mittaus eteni kolmen mittauskerran sarjoina siten, että ensin jokaisesta lokaatiosta suoritettiin yksi mittaus, jonka jälkeen kierros toistettiin kahdesti. Ennen ensimmäisiä mittauskertoja testattavan iholle merkattiin kuulakärkikynällä markkerit standardilokaatioiden varmistamiseksi. Kolmen mittauskerran keskiarvot laskettiin yhteen, ja ihopoimujen summaa (mm) vastaava rasvaprosentti luettiin nais- ja miesurheilijoille suunnatuista muuntotaulukoista. Rasvaprosentin avulla määritettiin edelleen tutkittavien rasvattoman kehonpainon (FFM, *fat free mass*) osuus vähentämällä punituksen saavutetusta kehonpainosta rasvaprosentin ilmoittaman rasvakudoksen osuus. 4-pisteen menetelmällä (Durnin & Rahaman 1967) mittauskohdat olivat seuraavat:

1. Triceps- ihopoimu (olkavarren ojentaja): olkavarren takaosasta kyynär- ja olkalisäkkeen puolivälin korkeudelta pystysuoraan
2. Biceps- ihopoimu (hauislihas): olkavarren etupuolelta lihasrungon paksuimman osan päältä
3. Lavanaluspoimu: lapaluun alakärjen alta ihopoimun suunnassa noin 45 asteen kulmassa
4. Suprailiakaali- eli suoliluun harjanteen poimu: keskikainalolinjan kohdalta suoliluun harjanteen yläpuolelta vaakasuoraan

Ihopoimumittauksen luotettavuutta tarkasteltiin vertaamalla sen kautta saavutettua rasvaprosenttia kehon painoindeksiin ($BMI = \frac{paino}{pituus^2}$) avulla laskettuun rasvaprosenttiin Deurenberg ym. (1991) kaavan mukaisesti:

$Fat\%_{BMI} = 1.2 \cdot BMI + 0.23 \cdot ikä - 10.8 \cdot sukupuoli - 5.4$; jossa sukupuolen mukaan mies = 1 ja nainen = 0.

5.2.3 Monivalintainen reaktioaikatesti

Monivalintainen reaktioaikatesti toteutettiin Jyväskylän yliopiston liikuntatieteellisessä tiedekunnassa rakennetulla monivalintaisen reaktioajan mittaamiseen tarkoitetulla laitteella (Kuva 2), testausprotokollan perustessa Pohjanvirran (2016) tutkimuksessaan esittämään asetelmaan. Laitetaulun mittasuhteet olivat 0.8 m x 1.2 m, mikä vastasi korkeudessa 70 % ja leveydessä 75 % virallisen salibandymaalin – 1.15 m x 1.60 m – mitoista. Taulussa oli neljä halkaisijaltaan 0.10 m painiketta 1.10 m:n leveydellä ja 0.70 m:n korkeudella toisistaan. Pohjanvirta (2016) totesi jääkiekkomaalivahteja tarkastelleessa tutkimuksessaan laitteen reliabiliteetin olevan hyvällä tasolla, sillä testattavien kahden parhaan mittauskerran aikojen välillä oli tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota ($r = 0.980$, $p = 0.000$); myös testin validiteetin arvioitiin olevan suhteellisen hyvä (vaikka sitä ei erikseen tarkasteltu tutkimusasetelmassa), sillä tutkimuksessa mitattujen reaktioaikojen todettiin vastaavan aikaisemmissa tutkimuksissa vastaavan kaltaisilla asetelmilla saavutettuja tutkimustuloksia (Johnen ym. 2013, Cockun ym. 2014). Ennen varsinaista testiä raskasta fyysistä kuormitusta tuli välttää vähintään viimeisten testiä edeltävien viiden tunnin ajan.

Testattava asetui seinälle ripustetun laitteen eteen lajinomaiseen perustorjunta-asentoon siten, että testattavan kädet sijoittuivat tämän antropometriasta riippuen 0.12-0.07 m etäisyydelle laitetaulusta. Taulun korkeus määritettiin testattavan mittasuhteiden mukaan niin, että hän ylettyi koskettamaan taulun kulmissa sijaitsevia painikkeita ylläpitäen samanaikaisesti hallitun perustorjunta-asennon. Sekä testattavan käsien korkeus, että niiden etäisyys laitetaulusta vakioitiin taka- ja sivusuunnasta kohdennetuilla laserosoittimilla: hyväksytyssä aloitusasennossa testattavan vasemmalle kämmenselälle heijastui takalaserista yksi valopiste (käsien korkeuden vakiointi) ja oikealle kämmenselälle kaksi valopistettä eli pisteet sekä taka- että sivulaserista (käsien etäisyyden ja korkeuden vakiointi).

Testissä testattava reagoi testaajan tuottamaan valoärsykkeeseen painamalla laitetaulun kulmiin sijoitettuja painikkeita. Testattavan tuli pitää katse suunnattuna taulun keskellä sijaitsevaan pisteeseen välttäen ennakoitua. Reaktioajan mittaus tapahtui kaukosäätimeen kytketyllä sekuntikellolla, joka käynnistyi testaajan painaessa merkkivalonappia ja päättyi testattavan koskettaessa painiketta. Itse testissä suorituskertoja oli yhteensä 20 kappaletta: valoärsykkeet

tuotettiin siten, että jokaiseen kulmaan koskettiin 5 kertaa satunnaisessa järjestyksessä – joka kulmassa tulokseksi muodostui siten 5 onnistuneen suorituskerran keskiarvo. Ärsykkeet sisälsivät kuitenkin yhden tuplaärsykkeen, jonka avulla pyrittiin rajoittamaan testattavan ennakoitua. Testaaja ilmoitti 'VALMIS'-komennolla olevansa valmis mittaamaan uuden suorituksen, jolloin testattavan vastatessa 'VALMIS' uusi reaktioärsyke tuotettiin 3-5 sekunnin kuluttua testattavan ilmoituksesta. Testattava sai laskea ja rentouttaa kädet hetkeksi ennen uutta suoritusta. Mikäli sekuntikello ei pysähtynyt (toisin sanoen kosketus painikkeeseen oli liian kevyt) ei suoritusta hyväksytty, vaan sen jälkeen suoritettiin uusi toisto jälleen satunnaisesti valittuun kulmaan. Ennen testiä testattava suoritti noin 10 minuutin alkuverryttelyn, jonka eteneminen on kuvattu Taulukossa 3. Ennen varsinaista mittausta laitetaululla suoritettiin vielä 5 harjoitustoistoa. (Pohjanvirta 2016.)



a)



b)

KUVA 2. Reaktionopeustestissä testaaja painoi kaukosäätimen (b) nappia aiheuttaen sekuntikellon käynnistymisen ja vihreän merkkivalon syttymisen (a) jotakin kulmaa kohden. Testattava reagoi vihreän valon syttymiseen painamalla sen osoittamaa kulmaa vastaavaa anturia, joka pysäytti sekuntikellon osoittaen näin reaktioajan näköärsykkeeseen.

TAULUKKO 3. Tennispalloilla tapahtuva alkuverryttely ennen reaktionopeustestiä, koko-

Pallonheitto maahan oikealla kädellä ja kiinniotto oikealla kädellä.	20 toistoa
Pallonheitto maahan vasemmalla kädellä ja kiinniotto vasemmalla kädellä.	20 toistoa
Pallonheitto maan kautta ristikkäisille käsille.	20 toistoa
Avustajalla on kaksi palloa käsissään maalivahdin silmien korkeudella; hän pudottaa satunnaisesti toisen palloista, ja maalivahti ottaa pallon kiinni. Maalivahdista katsottuna vasemmanpuoleinen pallo otetaan kiinni vasemmalla kädellä ja oikeanpuoleinen oikealla kädellä.	20 toistoa
Pallonheitto seinään ja kiinniotto samalla kädellä 3-4 m etäisyydellä seinästä ensin oikealla ja sitten vasemmalla kädellä.	20 + 20 toistoa
Pallonheitto seinään ja kiinniotto ristikkäisellä kädellä 3-4 m etäisyydellä	20 + 20 tois-

naiskesto noin 10 minuuttia (Pohjanvirta 2016 mukaan).

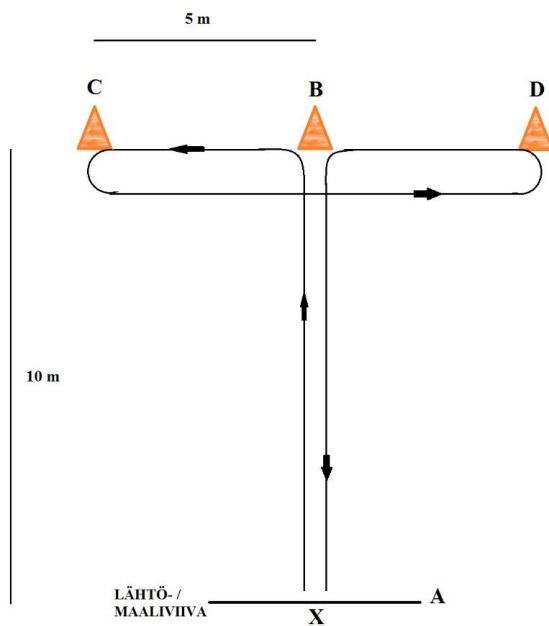
seinästä ensin oikealla kädellä heittäen ja sitten vasemmalla.	toa
Maalivahti asettuu valmiusasentoon noin neljän metrin päähän seinästä, kasvot seinään päin; avustaja heittää tennispallon seinään maalivahdin selän takaa, siten että pallo pomppaa seinästä satunnaisesti maalivahdin vasemmalle tai oikealle kädelle.	20 toistoa

5.2.4 T-Drill -ketteryystesti

Nopeusketteryystestit ovat yleisesti käytössä oleva testausmuoto palloilulajeissa. T-Drill- ketteryystestin keskimääräisen suoritusajan huomioiden, sen voidaan katsoa kuuluvan nopeusketteryystesteihin. Pauole ym. (2000) tutkivat T-Drill-ketteryystestin (Semenick 1990) reliabiliteettia ja validiteettia alaraajojen nopeuden, tehontuoton ja ketteryyden mittarina. Tutkimuksessa T-testin reliabiliteetin todettiin olevan hyvä asetelmilla, jotka sisälsivät yhdestä kolmeen testisuoritusta. Alaraajojen nopeudella havaittiin olevan suurin korrelaatio T-testin tuloksen suhteen, toisin sanoen testi todettiin olevan korkein validiteetti kyseisen muuttujan suhteen. Tutkimuksen yhteydessä todettiin kuitenkin, ettei testissä menestyminen ole riippuvainen ainoastaan yhdestä, tietyistä fyysisistä ominaisuudesta, vaan se voi koostua muun muassa myös dynaamisesta tasapainosta (Pauole ym. 2000), jonka vaikutusta ei tutkimuksessa kuitenkaan tarkasteltu.

T-Drill- ketteryystestin testausprotokolla toteutettiin Semenick (1990) mukaan, tosin ajanotto tapahtui käyttämällä Jyväskylän yliopiston liikuntatieteellisessä tiedekunnassa rakennettua kontaktimattoa. Testattava liikkui T-muotoisella radalla, jossa kartioiden A, B, C, D välit olivat 10 m (Kuva 3). Testattava juoksi eteenpäin lähtöpisteeltä X kartiolle B koskettaen kartioon oikealla kädellä. Matkaa jatkettiin sivuttain vasemmalle kohti kartiota C rintamasuunnan pysyessä samana – ristiaskleita ei sallittu – ja kartiota kosketettiin vasemmalla kädellä. Tästä testattava vaihtoi suuntaa kohti kartiota D jatkaen matkaa sivuttain; kartiota D kosketettiin oikealla kädellä. Testattava palasi sivuttain takaisin kartiolle B ja kosketti sitä vasemmalla kädellä. Tästä matkaa jatkettiin juosten takaperin kohti lähtö- ja maaliviivaa. Ajanotto suoritettiin kontaktimaton avulla, jonka etureuna oli sijoitettu 0.45 m päähän lähtöviivasta: lähtöasennossa testattavan taaimmainen jalka oli kontaktimatolla, etummaisen jalan ollessa lähtöviivan takana. Ajanotto käynnistyi testattavan kontaktimatolla sijaitsevan takajalan irrotessa alustasta ja pysähtyi testattavan astuessa suorituksen lopussa uudestaan kontaktimatolle. Testi

suoritettiin 2 kertaa 3 minuutin passiivisella palautuksella, suorituskerroista paremman tuloksen jäädessä voimaan. Ennen testiä testattava suoritti 15 min omatoimisen alkuverryttelyn, jonka yhteydessä testattavalle ohjeistettiin radan suorittaminen ja hän sai harjoitella radan



suoritusta 2 kertaa.

KUVA 3. T-testin suoritus Semenick (1990) mukaan. Sitä, kummalta puolelta kartio B tulisi ohittaa siirtymän C-D aikana, ei rajoitettu.

5.2.5 Liikkuvuustestit

Eteentaivutustesti. Haaraistunnassa tapahtuva Kasva Urheilijaksi -eteentaivutustesti suoritettiin siten, että testattava asetui ilman kenkiä mahdollisimman leveään haaraistuntaan keskelle suhteessa patjaan kiinni teipattuun mittanauhaan, jalat suorina ja jalkapohjat vasten voimistelupatjan reunaa. Tästä testattava suoritti eteentaivutuksen liu'uttaen käsiä patjalla eteenpäin

mahdollisimman pitkälle ja ylläpitäen venytystä ääriasennossa 2-3 sekuntia. Tulos mitattiin senttimetreinä mittanauhalla, jonka nollakohta oli asetettu patjan etureunalle; tulos määrittyi nollakohtaa lähimpänä olevan kämmenen keskisormesta 1 cm tarkkuudella. Yrityskertoja suoritettiin rauhallisesti peräkkäin 3 kappaletta. Lämmittely testiä varten tapahtui ennen ketteryystestiä suoritettavan omatoimisen 15 minuutin alkuverryttelyn yhteydessä; liikkuvuustesti toteutettiin heti ketteryystestin jälkeen.

IIHCE-kyykkyvalatesti. Suomi Kiekko -testistön kyykkyvalatesti on eräänlainen muunneltu FMS-testistön (*Functional Movement Screen*) syväkyykkytestistä (Cook ym. 2014). Cuchna ym. (2016) meta-analyysissä yksittäisen mittaajan reliabiliteetin FMS-testin arviointityöskentelyn suhteen todettiin olevan keskimääräisesti hyvällä tasolla. Sen sijaan eri kategorioiden arvioitu validiteetti näyttöytyy FMS-testistön suhteen heikommassa valossa (Beardsley ym. 2014).

Kyykkyvalatesti suoritettiin kengät jalassa kolmessa eri vaiheessa ja arviointi kussakin eri vaiheessa tapahtui niin ikään kolmiportaisen asteikon avulla IIHCE (*International Ice Hockey Centre of Excellence*, <http://www.iihce.fi/Portals/0/Library/Kyykkyvalatestin%20arviointi.pdf>) periaatteiden mukaisesti. Vaiheet ja arviointiperusteet olivat seuraavat (alkuperäisiin arviointiluokkiin 1-3 lisätty sanalliset kuvaukset mitta-asteikon hahmottamiseksi):

1. **Hartianseudun liikkuvuus:** Testattava nostaa kepin pään yläpuolelle suorille käsille otteen ollessa hartianlevyinen. Tässä asennossa niskan ja käsivarsien väliin asetetaan toinen keppi. Leuka tulisi yrittää pitää yli vaakatason.

Arviointi:

- 1 (puutteellinen) = keppi menee tiukasti niskan ja käsivarsien väliin, sekä leuka putoaa alle vaakatason
- 2 (keskitaso) = keppi menee tiukasti niskan ja käsivarsien väliin, mutta leuka pystytään pitämään vaakatasossa
- 3 (hyvä) = keppi menee vaivatta niskan ja käsivarsien väliin, sekä leuka pystytään pitämään yli vaakatason

2. **Selän asento ja sen kontrollointi:** Testattava laskeutuu rauhallisesti alas jalat kiinni toisissaan keppi suorilla käsillä hartian levyisellä otteella pään yläpuolella – niskan takana on edelleen toinen keppi. Selkä tulee yrittää pitää mahdollisimman suorana koko kyykkyyntämenemisen ajan.

Arviointi:

1 (puutteellinen) = selän asento pyöristyy heti kyykkyyntämenon alkuvaiheessa

2 (keskitaso) = selän asento pyöristyy ennen kuin reisi saavuttaa kyykkyyntämentäessä vaakatasoa

3 (hyvä) = selkä pysyy suorana kyykkyyntämenovaiheen loppuun saakka

3. **Nilkkujen liikkuvuus:** Testattava laskeutuu rauhallisesti alas jalat kiinni toisissaan keppi suorilla käsillä hartian levyisellä otteella pään yläpuolella – niskan takana on edelleen toinen keppi. Selkä tulee yrittää pitää mahdollisimman suorana koko kyykkyyntämenemisen ajan. Suorilla käsillä oleva keppi yritetään pitää tukipisteen (päkiän ja kantapään) välissä.

Arviointi:

1 (puutteellinen) = keppi menee päkiän etupuolelle ennen kuin reisi saavuttaa vaakatasoa

2 (keskitaso) = keppi pysyy päkiän takana ja reisi saavuttaa vaakatasoa

3 (hyvä) = keppi pysyy päkiän takana ja reisi menee vaivatta alle vaakatasoa

Ennen testiä testaa näytti mallisuorituksen kerraten samalla arviointiprotokollan. Testiin valmistauduttiin verryttelemällä 15 minuuttia omatoimisesti ennen ketteryystestin suorittamista. Vaiheiden 2 ja 3 arviointi toteutettiin kahden peräkkäisen kyykkyyntäsuorituksen aikana.

5.2.6 Esikevennyshyppy

Esikevennyshyppynä on todettu olevan validi ja reliaabeli räjähtävän voimantuoton mittari muun muassa koripallossa ja jalkapallossa (Rodríguez-Rosell ym. 2017). Salibandyssa esikevennyshyppy on yksi Floorball Academyn (FBA) ja Suomen Salibandyliiton yhteistyönä suunnitteleman, salibandyntäpelaajille suunnatun testipatteriston testeistä. Testipatteri on ollut käytössä vuodesta 2001 (Eerikkilä 2017).

Esikevennyshyppy toteutettiin Jyväskylän yliopiston Liikunta-rakennuksella. Laitteisto koostui Jyväskylän yliopiston liikuntatieteellisessä tiedekunnassa rakennetusta voimalevystä ja

vahvistimesta sekä AD-muuntimesta (Power mkI/Micro3, CED Ltd, Cambridge, UK); data kerättiin ja analysoitiin Signal 4.08 -ohjelmalla.

Testi suoritettiin voimalevyllä (sekä yhden tutkittavan tapauksessa niin ikään liikuntatieteellisessä tiedekunnassa rakennetulla kontaktimatolla) kolmen suorituksen sarjana siten, että suorituksia edelsi omatoiminen lyhyt alkuverryttely, jossa testattava sai suorittaa kyykkyjä tai askelluksia oman kehon painolla sekä submaksimaalisia harjoitushyppyjä, kunnes hän tunsi olevansa valmis maksimaalisiin suorituksiin. Hyppytekniikka kerrattiin lämmittelyn yhteydessä suoritettavien harjoitushyppyjen aikana: suorituksen tuli tapahtua lantionleveyisessä haara-asennosta kädet lanteilla, paino tasaisesti molemmilla jaloilla ja jalat kiinni alustassa. Tästä suoritettiin kevennys vapaavalintaiseen polvikulmaan, josta testattava ponnisti terävästi ylös kädet lanteilla – alastulo tapahtui päkiöille suurin jaloin siten, että polvet eivät kuitenkaan olleet lukossa. Kaksoisponnistusta eli jalkojen irtoamista alustasta jo kevennyksen aikana tuli välttää, ja mikäli näin tapahtui, suoritus uusittiin. Testissä oli kolme yrityskertaa, jotka kirjattiin ylös 0.001 m tarkkuudella. Yrityksistä paras tulos jäi voimaan ja joiden välissä pidettiin kolmen minuutin passiivinen palautus. Painopisteiden nousukorkeudet laskettiin lentoajan perusteella seuraavan yhtälön mukaisesti:

$h = gt^2/8$, jossa h = painopisteen nousukorkeus, g = putoamiskiihtyvyys 9.81 m/s^2 ja t = lentoaika

Tulosten mittauksessa ja analysoinnissa käytettiin Signal 4.08- ohjelmaa.

5.2.7 Isometriset maksimivoimatestit

Isometrisessä maksimivoiman testaustilanteessa tuotettuun maksimaaliseen voimatasoon voidaan viitata termillä MVC (*maximal voluntary contraction*), jolla tarkoitetaan maksimaalista tahdonalaista lihassupistusta. Isometriset maksimivoimatestit ovat helppo, turvallinen ja hyvin toistettava tapa mitata maksimivoimaa - on kuitenkin todettu, että testitulosten korrelaatio dynaamiseen voimantuottookykyyn ja dynaamisen luonteen omaavaan varsinaiseen lajisuoritukseen on varsin heikko. Testillä ei myöskään kyetä välttämään erottelemaan huipputasolla kilpailevia saman lajin urheilijoita. (Ahtiainen & Häkkinen 2007, 138-139.)

Vastaavalla asetelmalla on mahdollista mitata myös IRFD (*isometric rate of force development*), jolla viitataan voima-aika -käyrään isometrisessä testaustilanteessa ja joka siis kuvastaa voimantuoton nopeutta: sitä voidaan pitää räjähtävää nopeutta edellyttävän suorituksen indikaattorina. Voimalevy on yleisesti käytetty laite RFD mittaavissa asetelmissa, ja laitteen reliabiliteetti on tunnustettu. (Hernández-Davó & Sabido 2014.)

Monien dynaamisten ja räjähtävien liikesuoritusten, kuten esimerkiksi heittojen ja hyppyjen, kannalta ensimmäisen 50-300 ms aikana tuotetun voiman on todettu olevan erittäin merkittävässä roolissa (Hernández-Davó & Sabido 2014). Nopeassa lihassupistuksessa hermostollisen komponentin on todettu vastaavan lihasvoiman kasvusta voimantuoton alkuvaiheessa (<75 ms) – voimantuoton yhä jatkuessa (>75 ms) lihastason muuttujilla on todettu olevan merkittävämpi vaikutus. Asetelmaa, jossa RFD on mitattu 50-100 ms kuluttua voimantuoton alkamisesta on pidetty toistettavampina kuin 0-50 ms tai vastaavasti 100-150 ms sisältäneitä asetelmia (Maffiuletti ym. 2016). Mainittuun taustatietoon perustuen IRFD päätettiin tässä tutkimuksessa määrittää 10 ms, 50 ms, 100 ms, 200 ms ja 300 ms kuluttua varsinaisen voimantuoton alkamisesta kahden parhaan mittauskerran keskiarvona. Voimantuoton alkamiskohta määritettiin manuaalisesti Signal 4.08- ohjelmalla käyttämällä visuaalisen tarkastelun tukena vertikaali- ja horisontaalikursoreita. Kaikki isometriset maksimivoimatestit toteutettiin Liikunta-rakennuksella.

Alaraajojen isometrinen maksimivoimatesti 110° polvikulmalla. Alaraajojen maksimivoimatesti toteutettiin Jyväskylän yliopiston liikuntatieteellisessä tiedekunnassa rakennetulla jalkadynamometrillä. Testissä mitattiin sekä MVC aikana tuotettu maksimaalinen voimataso, että IRFD ajanhetkillä 10 ms, 50 ms, 100 ms, 200 ms ja 300 ms. Hyväksytyssä testiasennossa testattava istui pakarat kiinni penkissä ristiselkä kiinni selkänojassa, pidellen kiinni penkin reunoilla olleista kahvoista. Jalat asetettiin voimalevylle noin lantionleveyiselle etäisyydelle toisistaan ja voimantuotto tapahtui voimalevyn ollessa kohtisuorassa lattiaan nähden. Testattavan polvikulma (110°) määritettiin goniometrillä testattavan istuessa penkkiin edellä mainitun tavan mukaisesti siten, että hän tuotti jaloilla matalan submaksimaalisen voimatason voimalevyyn. Nivelkulman määrittämisen tukena käytettyjä markkereita olivat oikean jalan nilkan lateraalinen malleolus, polven nivelrako sekä trochanter major.

Testisuorituksessa jalkapohjat painettiin kiinni voimalevyyn siten, että se oli lattiaan nähden kohtisuorassa. Testattavalla oli testien ajan näköyhteys Signal 4.08- ohjelman kuvaajaan, joka osoitti tuotetun voimatason newtoneina x,y -koordinaatistossa. Testisuorituksessa testattava ohjeistettiin tuottamaan mahdollisimman paljon voimaa mahdollisimman nopeasti, ja ylläpitämään maksimaalista voimatasoa sitten 3-4 s ajan; ohjeistuksessa myös kehoitettiin välttämään yksittäisen voimapiikin tuottamista ja rohkaistiin tasaisen voimatason saavuttamiseen. Suoritus aloitettiin testaajan ”PAINA”-komentosta. Varsinaisia testisuorituksia oli yhteensä kolme kappaletta, joiden välillä pidettiin kolmen minuutin passiivinen palautus. Suorituksista paras tulos jäi voimaan. Polvikulman ja suoritustekniikan tarkistus tapahtui lyhyen alkulämmittelyn yhteydessä, jonka aikana testattava sai suorittaa muutamia submaksimaalisia harjoitussuorituksia, kunnes hän tunsu olevansa valmis maksimaaliseen testisuoritukseen.

Tulosten kirjaus tapahtui havainnoimalla testitulokset kilogrammoina 1 kg tarkkuudella vahvistimen näytöltä sekä newtoneina Signal 4.08 ohjelmasta 0.1 N tarkkuudella. Lukemat kirjattiin ylös absoluuttisina (kg, N) ja kilogrammojen suhteen myös kehonpainoon (BW, *body weight*) suhteutettuina (kg/BW) arvoina. Vahvistimen 0-taso kalibroitiin aina ennen uutta suoritusta. Ohjelman voimakäyrän 0-taso määritettiin niin ikään uudelleen jokaisen suorituksen jälkeen.

Vartalon maksimaalinen isometrinen koukistus- ja ojennusvoimatesti. Vartalon isometrinen koukistustesti toteutettiin Jyväskylän yliopiston liikuntatieteellisessä tiedekunnassa rakennetulla, vartalon isometrisen voimantuoton mittaamiseen tarkoitettulla laitteella siten, että laitteen asettelu tapahtui Ahtiaisen ja Häkkisen (2007) raportoiman protokollan mukaisesti. Testattava asettui seisomaan laitteen etupuolelle rintakehä laitetta kohden – lantiotuen yläreuna säädettiin suoliluun etuyläharjanteen (*spina iliaca anterior superior*) korkeudelle. Voimalevyyn yläreuna kohdistettiin kaksi sormenmittaa solisluiden päiden alapuolelle, alareunan mahdollisesti asettuessa rintalastan miekkalisäkkeen korkeudelle. Testattavan lantio tuettiin remmillä kiinni lantiotukeen. Koukistustesti suoritettiin testattavan seisoessa ryhdikkäänä tasapainoisessa seisoma-asennossa jalat kiinni alustassa ja kädet vapaina sivulla, josta testattava alkoi valitsemallaan ajanhetkellä tuottaa maksimaalista voimaa puristamalla rintakehää voimalevyä vasten. Vartalon isometrisessä ojennustestissä lantiotuki ja voimalevy pidettiin edellä määritellyllä korkeudella ja testattava asettui tällä kertaa yläselkä voimalevyä vasten.

Ennen kumpaakin maksimivoimatestiä testattava sai hakea tuntumaa suoritustekniikasta muuttaman submaksimaalisen harjoitustoiston ajan, kunnes hän koki olevansa valmis maksimaaliseen testisuoritukseen. Varsinaisia testisuorituksia tehtiin kolme kappaletta testattavan omasta lähdöstä, joista paras tulos jäi voimaan. Suoritusten välillä pidettiin kolmen minuutin passiivinen palautus, jonka aikana testattava irrotettiin laitteesta, mikäli hän niin halusi. Vahvistin säädettiin näyttämään testattavan tuottama huippuvoima kilogrammoina, joka kirjattiin ylös 1 kg tarkkuudella. 0-taso kalibroitiin uudelleen ennen jokaista suoritusta.

5.2.8 Maksimaalisen hapenottokyvyn testi polkupyöraergometrilla

Keskisen ym. (2007a) mukaan arvioidun ja mitatun maksimaalisen hapenkulutuksen (VO_{2max}) välillä vallitsevan korrelaation on tutkimuksissa todettu sijoittuvan 0.59-0.95 välille niin portaittaisissa kuin yhden kuorman testeissä – epäsuoran polkupyöraergometritestin mittaustarkkuudessa voi kuitenkin esiintyä huomattavaa vaihtelua yksilöiden välillä (Keskinen ym. 2007a). Maksimisuoritukseen perustuvia epäsuoria VO_{2max} -testejä voidaan tästä huolimatta lähes aina pitää submaksimaalisia testejä luotettavampana ja toistettavampana keinona VO_{2max} arvioinnissa (mm. Ross & Jackson 1990, 119). Eriksen ym. (2014) totesivat 2 minuutin kuormitusportaita sisältäneen polkupyöraergometriprotokollan olleen validi ja reliabeli VO_{2max} -mittari ei-tanskalaisella väestöllä. Kuormitusportaan keston manipuloinnilla on vaikutusta siihen, ehtivätkö testattavan syke ja hapenkulutus saavuttaa steady state -tilaa (Keskinen ym. 2007a) – voidaan todeta, että testin koostuessa lyhyemmistä kuormitusportaista kynnysten määrittäminen on haasteellisempää. Sen sijaan tällöin saatetaan saavuttaa luotettavampi arvio maksimaalisesta hapenottokyvystä.

Maksimaalisen hapenottokyvyn testissä testattava polki kahden minuutin kuormitusportaita kuorman noustessa joka portaan jälkeen 22-29 W. Poljinkierrokset pyrittiin pitämään akselilla 70-80 rpm. Testissä käytettiin Ergomedic 894 Ea (Monark Exercise AB, Varberg, Sweden) polkupyöraergometria. Kuorman nosto tapahtui lisäämällä 0.1 kg, 0.5 kg ja 1.0 kg punnuksia polkupyöraergometrin kelkkaan, joka itsessään painoi yhden kilon. Ennen testin aloittamista testattava polki 10 minuutin alkuverryttelyn aloituskuormaa vastaavalla vastuksella kierrosluvun ollessa 70-80 rpm. Testin päätyminen suoritettiin yleisesti Suomessa käytössä olevien menettelytapojen (Nummela 2007) mukaisesti: testi päättyi, kun testattava ei enää jaksanut

ylläpitää vaadittua kierroslukua, hänen sykkeensä saavutti tasanteen hapenkulutuksen kääntyessä mahdollisesti laskuun, veren laktaattipitoisuus nousi 'riittävän korkeaksi' (8-15 mmol/l), RER saavutti arvon >1.1 tai jos testattava yksinkertaisesti halusi jostain syystä lopettaa testin.

Testin aikana testattavan hengityskaasut analysoitiin Jaegerin Oxycon Pro - hengityskaasuanalysaattorin (Erich Jaeger GmbH, Hoechberg, Germany) ja LabManager V5.0 -ohjelman avulla; hengityskaasuanalysaattori ja virtausmittari kalibroitiin aina ennen mittausten aloittamista. Jokaisen kuorman lopussa tutkittavalta otettiin vasemmasta kädestä sormenpäáverinäyte veren laktaattipitoisuuden määrittämiseksi: iho desinfioidiin NeoAmisept- liuksella, jonka jälkeen vasemman käden etu- tai keskisormen sormenpäähän pistettiin pieni reikä kertakäyttölansetilla. Näytteen analysointi tapahtui Lactate Scout -pika-analysaattorilla (SensLab GmbH, Leipzig, Germany). Veren laktaattipitoisuus määritettiin myös lepotilassa ennen alkuverryttelyn aloittamista, heti testin päätyttyä sekä 10 minuutin loppuverryttelyn aikana 1., 4., 7. ja 10.:llä palautusminuutilla. Testattavan sykettä seurattiin testin aikana Polarin V800 sykemittarin sekä sykevyöhön kiinnitetyn H7-sykesensotin avulla (Polar Electro Oy, Kempele, Finland). Testin päätyttyä sykedata synkronoitiin Polarin Polar Flow- verkkopalveluun (<https://flow.polar.com/>).

Hengityskaasumuuttujista saatu data tallennettiin 30 sekunnin jaksoina, josta määritettiin tutkittavan maksimaalinen hapenottokyky (VO_{2max} , ml/min/kg, l/min) kahden korkeimman mitausarvon keskiarvona, ventilaatio (VE) sekä hapen ja hiilidioksidin ventilaatioekvivalentit (VE/VO_2 ja VE/VCO_2). Testattavalle määritettiin aerobinen (AerK) ja anaerobinen (AnK) kynnys suomalaisia periaatteita mukailen (Nummela 2007):

AerK

1. Laktaattipitoisuus nousee ensimmäisen kerran perustasosta (ei alin kohta!)
2. Ventilaation ensimmäinen lineaarisuudesta poikkeava muutoskohta suhteessa hapenkulutukseen (VT1)
3. Hapen ventilaatioekvivalentin (V_E / VO_2) alin kohta

Jos kohdan 1. perusteella määritetty kynnys on eri kohdassa kuin kohtien 2. ja 3. perusteella määritetty kynnys, niin AerK määritetään edellä mainittujen kynnysten väliin kui-

tenkin niin, että kohta 1. on painotetussa asemassa. Apuna voidaan tarvittaessa käyttää $\dot{V}_E / \dot{V}O_2$ -käyrän alinta kohtaa tai True $\dot{V}O_2$ korkeinta kohtaa.

AnK

1. Laktaattipitoisuuden toinen jyrkempi nousukohta
2. Ventilaation lineaarisuudesta poikkeava muutoskohta suhteessa hiilidioksidin tuottoon
3. Ventilaatioekvivalenttien ($\dot{V}_E / \dot{V}O_2$ ja $\dot{V}_E / \dot{V}CO_2$) lineaarisuudesta poikkeava jyrkkä muutoskohta

5.3 Tilastolliset menetelmät

Tilastollista analysointia varten reaktioaikatestissä mitatuista 20 onnistuneesta toistosta laskettiin keskiarvo, jonka avulla testin tulokset muutettiin yhdeksi reaktionopeutta kuvaavaksi summafaktoriksi. Maalivahtien tason yhteyttä eri muuttujiin tarkasteltiin sukupuolittain luokittelemalla maalivahdit neljään luokkaan – korkeammasta matalampaan – sarjatasojen oletetun haasteellisuuden mukaisesti: M2DIV (n = 2) ja PASM (n = 3) sekä NLIIGA+U19 (n = 1) ja NLIIGA (n = 3). Naismaalivahdeilla luokitteluperusteena toimi nykyisen sarjatason lisäksi myös pelatut maaottelut, tässä tapauksessa alle 19-vuotiaiden maajoukkueessa.

Kaikista käsittelyn kohteena olleista muuttujista laskettiin keskiarvot, keskihajonnat ja keski-
virheet IBM SPSS Statistics 24.0.0.1 -tilastolaskentaohjelman ja Microsoft Excel 2016 -
ohjelmiston avulla. Muuttujien normaalijakautuneisuudet tarkastettiin IBM SPSS Statistics
24.0.0.1 -ohjelmiston Shapiro-Wilk -testillä. Tasokohtaisia sekä sukupuolten välisiä eroja
tarkasteltiin riippumattomien otosten t-testillä. Normaalijakautuneiden muuttujien välinen
korrelaatio tarkastettiin Pearsonin korrelaatiokerroimen avulla; mikäli muuttuja ei ollut nor-
maalisti jakautunut, tutkittiin yhteyttä Spearmanin nonparametrisellä korrelaatiolla. Käytän-
nössä kaikkien muiden muuttujien, paitsi IRFD100, tarkastelu tapahtui hyödyntämällä Pear-
sonin korrelaatiokerrointa. Monivalintaisessa reaktioaikatestissä vasemman ja oikean puolen

sekä ylä- ja alakulmien mahdollisen erotuksen merkitsevyyttä selvitettiin riippuvien otosten t-testillä. Tilastollisen merkitsevyyden tasoiksi määritettiin $p \leq 0.05^*$ ja $p \leq 0.005^{**}$.

6 TULOKSET

6.1 Antropometriamittaukset

Kokonaisuudessaan kahdeksan tutkittavaa osallistui kaikkiin antropometriamittauksiin, sillä yhdeksästä tutkittavasta yksi henkilö ei osallistunut ihopoimiumittaukseen; naisten tulokset on ihopoimiumittausta lukuun ottamatta ilmoitettu neljän tutkittavan keskiarvona. Naiset painoivat keskimäärin 73.2 ± 9.2 kg, ja heidän rasvaprosenttikseen mitattiin ihopoimiumittauksessa 26.9 ± 8.6 %; miehillä ($n = 5$) vastaavat arvot olivat 84.0 ± 8.4 kg ja 18.6 ± 3.5 %. Naisten pituudeksi ja syliväliksi mitattiin 1.72 ± 0.14 m sekä 1.74 ± 0.14 m, vastaavien arvojen ollessa miehillä 1.85 ± 0.85 m ja 1.87 ± 0.88 m. Tutkittavien antropometriaa on kuvattu Taulukossa 4.

Naisten kehonpaino oli miehiin verrattaessa tilastollisesti merkitsevästi pienempi ($p < 0.05$) – naisilla mitattiin kuitenkin keskimäärin korkeampia BMI arvoja, heidän rasvaprosenttinsa ollessa samanaikaisesti miehiä korkeampi. BMI:n todettiin koko aineistossa olevan tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä mitattuun rasvaprosenttiin ($r = 0.831$, $p < 0.05$) siten, että korkeammat BMI arvot heijastelivat myös korkeampaa mitattua rasvaprosenttia. Tutkittavien sukupuolen havaittiin niin ikään olevan tilastollisesti erittäin merkitsevästi yhteydessä ihopoimiumittauksen kautta määritettyyn rasvattomaan kehonpainoon ($p < 0.005$) siten, että miehillä rasvattoman kehonpainon osuus oli arvion mukaan suurempi kuin naisilla.

Comment [PH1]: uutta tekstiä

Miehet olivat keskimäärin naisia pidempiä. Tutkittavien sylimitan todettiin korreloivan erittäin merkitsevästi tutkittavien pituuden suhteen ($p < 0.005$, $r = 0.957$): käytännössä miesten syliväli oli siis keskimäärin suurempi kuin naisilla. Mitä pidempiä tutkittavat olivat, sitä pienempi oli heidän rasvaprosenttinsa ($r = -0.756$, $p < 0.05$): koska naiset olivat keskimäärin lyhyempiä kuin miehet, kertoo tämä korrelaatio osittain sukupuolten välillä vallitsevista eroista kehonkoostumuksessa, sillä naisilla mitattiin keskimäärin korkeampia rasvaprosentteja miehiin verrattuna.

Comment [PH2]: uutta tekstiä

Comment [PH3]: uutta tekstiä

Naisilla pienempi kehonpaino ($r = -0.985$, $p < 0.05$) ja miehillä korkeampi FFM ($r = 0.914$, $p < 0.05$) olivat tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä korkeampaan runkosarjan torjuntaprosenttiin. Tässä aineistossa voitiin siis todeta, että mitä kevyempi naismaalivahti oli, tai mitä korkeampi oli miesmaalivahdin rasvattoman kehonpainon osuus, sitä korkeampi oli maali- vahdin runkosarjan aikainen torjuntaprosentti. Mitä korkeampi miehillä mitattu sylivälin ja pituuden suhde (ASHR) oli, sitä pienempi oli runkosarjassa päästettyjen maalien lukumäärä ($r = -0.909$, $p < 0.05$); naisilla kehon koostumukseen tai mittasuhteisiin liittyvät muuttujat eivät sen sijaan olleet yhteydessä päästettyjen maalien lukumäärään.

Comment [PH4]:

Comment [PH5]: uutta tekstiä

Verrattaessa ihopoimiumittaukseen ja kehon painoindeksiin perustuvien ennusteyhtälöiden kautta saavutettuja rasvaprosentteja, havaitaan, että naisilta ihopoimiumittauksella mitatut rasvaprosentit olivat BMI:n avulla saavutettuja arvioita matalampia – selkein ero oli havaittavissa tulosten minimiarvoissa, jotka erosivat toisistaan korkeimmillaan 8.2 %-yksikköä. Miehillä eri menetelmillä mitatut arvot sen sijaan vastasivat toisiaan (Taulukko 4).

Comment [PH6]: uutta tekstiä

TAULUKKO 4. Tutkittavien ($n = 8-9$) antropometriset ominaisuudet muuttujien keskiarvon (\bar{x}), keskihajonnan (SD) ja ääriarvojen [min, max] mukaan ilmaistuna. SKF = ihopoimiumittaus, BMI = kehon painoindeksi.

	$\bar{x} \pm SD$	[min, max]
Ikä (v)	20.58 ± 2.96	[14.66, 24.08]
Pituus (m)	1.79 ± 0.10	
miehet ($n = 5$)	1.85 ± 0.85	[1.79, 1.93]
naiset ($n = 4$)	1.72 ± 0.14	[1.56, 1.81]
Siipiväli (m)	1.81 ± 0.11	
miehet ($n = 5$)	1.87 ± 0.88	[1.76, 1.92]
naiset ($n = 4$)	1.74 ± 0.14	[1.57, 1.82]
Paino (kg)	79.2 ± 8.2	
miehet ($n = 5$)	84.0 ± 8.4	[76.7, 91.1]
naiset ($n = 4$)	$73.2 \pm 9.2^*$	[66.9, 81.4]
Rasva-% (% , SKF)	21.7 ± 6.4	
miehet ($n = 5$)	18.6 ± 3.5	[14.0, 22.5]
naiset ($n = 3$)	26.9 ± 8.6	[17.2, 33.8]
Rasva-% (% , BMI)	22.9 ± 7.0	

miehet (n = 5)	18.2 ± 3.0	[14.0, 22.8]
naiset (n = 3)	30.7 ± 4.3	[25.4, 36.0]

*p<0.05

6.2 Fyysisen suorituskyvyn testit

Yhdeksästä tutkittavasta viisi suoritti kaikki mittaukset – neljä tutkittavaa jätti vaihtelevasti osan testeistä suorittamatta terveydellisiin syihin ja vammoihin perustuen. Kaikki tutkittavista osallistuivat kuitenkin reaktioaika- ja liikkuvuustesteihin. Miesten (n = 5) tulos reaktioaikatestissä oli summafaktoriin (20 toiston keskiarvo) perustuen keskimäärin hieman naisia (n = 4) nopeampi: miesten summafaktoriksi muodostui 0.500 ± 0.064 s ja naisten arvoksi mitattiin vastaavasti 0.538 ± 0.043 s. Sekä reaktioaikatestin nopein, että hitain summafaktori kuuluivat kuitenkin miesmaalivahdeille. Reaktioajan summafaktorin ja sukupuolen välillä ei havaittu merkittävää yhteyttä, sillä reaktioajan riippuvuus sukupuolesta oli ainoastaan kohtalainen ($r = 0.317$), eikä ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p = 0.406$) – tässä aineistossa maalivahdin sukupuolella ei siis voida katsoa olleen vaikutusta maalivahdin reaktioaikaan. Myöskään maalivahdin ikä ei tässä tutkimuksessa vaikuttanut mitattuun reaktioaikaan, sillä muuttujien yhteys ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p = 0.676$, $r = -0.163$). Tutkittavien monivalintaisen reaktioaikatestin tulokset on esitetty summafaktorina Taulukossa 5.

Comment [PH7]: uutta tekstiä

Comment [PH8]: uutta tekstiä

Comment [PH9]: uutta tekstiä

Comment [PH10]: uutta tekstiä

Lähtökohtaisesti voitaisiin olettaa, että mitä parempi maalivahdin reaktioaika on, sitä korkeampi olisi mahdollisesti myös hänen torjuntaprosenttinsa. Miehillä runkosarjan torjuntaprosentin ja reaktioaikatestin summafaktorin välillä havaittiin kuitenkin positiivinen korrelaatio ($r = 0.938$, $p < 0.05$): mitä paremmin tutkittava menestyi reaktioaikatestissä, sitä matalampi oli hänen runkosarjan aikainen torjuntaprosenttinsa. Naisilla runkosarjan torjuntaprosentin ja reaktioaikatestin summafaktorin välillä ei havaittu yhteyttä. Maalivahdin torjuntaprosentin ja maalivahdin tason, kokemuksen tai runkosarjassa pelattujen otteluiden lukumäärän välillä ei havaittu yhteyttä kummankaan sukupuolen suhteen. Naisilla kehonpainoon suhteutettu VO_{2max} ($r = -0.950$, $p < 0.05$) oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä runkosarjassa päästettyjen maalien lukumäärään siten, että testissä korkeamman hapenotto-kyvyn (ml/min/kg) saavut-

Comment [PH11]: uutta tekstiä

taneet naismaalivahdit päästivät runkosarjassa keskimäärin vähemmän maaleja. Miehillä vastaavaa yhteyttä ei kuitenkaan havaittu.

Comment [PH12]: uutta tekstiä

Miehillä vasemman (vasen ylä- ja alakulma) ja oikean (oikea ylä- ja alakulma) puolen erotus oli 0.016 s oikean puolen ollessa keskimäärin nopeampi; naisilla vastaava erotus oli 0.006 s, vasemman puolen aikojen ollessa sen sijaan nopeammat. Ylä- ja alakulmien vertailussa yläkulmien reaktioajat osoittautuivat molemmilla sukupuolilla nopeammiksi, erotuksen ollessa miehillä 0.047 s ja naisilla 0.004 s. Miehillä vasen ja oikea puoli korreloivat reaktioaikatestissä tilastollisesti erittäin merkitsevästi keskenään ($r = 0.985$, $p < 0.005$), ylä- ja alakulman välisen yhteyden ollessa lähes merkitsevä ($r = 0.871$, $p = 0.055$). Parien (vasen-oikea, yläkulma-alakulma) erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Naisilla havaittu yhteys oli lähes samankaltainen oikean ja vasemman puolen ($r = 0.952$, $p < 0.05$) sekä ylä- ja alakulman ($r = 0.959$, $p < 0.05$) suhteen, eivätkä parit tässäkin tapauksessa eronneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Käytännössä havaitut yhteydet eli korrelaatiot tarkoittivat miesmaalivahdeilla sitä, että vasemman ja oikean puolen reaktioajat muistuttivat keskimäärin enemmän toisiaan, kuin ylä- ja alakulmista mitatut reaktioajat, mikä havaittiin myös aikojen välisistä erotuksista (0.016 s vrt. 0.047 s). Naismaalivahdeilla sen sijaan vasen ja oikea puoli (0.006 s) erosivat toisistaan lähes saman verran kuin ylä- ja alakulma (0.004 s), jolloin kyseiset parit muistuttivat enemmän toisiaan. Naisten reaktioajat eri kulmiin vastasivat siis keskimäärin enemmän toisiaan, miehiltä mitattujen erojen ilmetessä selkeimpänä ylä- ja alakulman välillä.

Comment [PH13]: uutta tekstiä

Miesten ($n = 4$) tulos T-Drill -ketteryydestä oli keskimäärin 10.50 ± 4.27 s ja naisten ($n = 3$) 12.64 ± 0.81 s, miesten testituloksen ollessa tilastollisesti merkitsevästi naisia parempi ($p < 0.05$). Tutkittavien rasvattomalla kehonpainolla ($r = -0.769$, $p < 0.05$) oli koko aineistossa tilastollisesti merkitsevä yhteys T-Drill-testin lopputulokseen. Sukupuolittain tarkasteltuna naisten rasvaprosentti oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä ketteryydestä tulokseen siten, että muuttujien välillä vallitsi positiivinen korrelaatio ($r = 0.997$, $p < 0.05$). Käytännössä tämä tarkoittaa siis sitä, että mitä suurempi tutkittavien rasvattoman kehonpainon osuus oli (tai vastaavasti mitä pienempi naistutkittavien rasvaprosentti oli), sitä parempi oli tutkittavien suoritustaso T-Drill -ketteryydestä.

Naiset (n = 4) suoriutuivat keskimäärin miehiä (n = 5) paremmin Kasva Urheilijaksi -eteentaivutustestissä (55.3 ± 10.6 cm vrt. 41.2 ± 13.7 cm) – yksilölliset erot olivat jälleen huomattavia, yhden miehistä sijoituessa koko aineistossa (n = 9) sijalle kolme ja yhden naisista sijalle seitsemän. Huomionarvoista kuitenkin oli, että kaksi selkeästi matalinta testitulosta kuuluivat miesmaalivahdeille. Erot sukupuolten välillä eivät yksilöllisestä vaihtelusta johtuen olleet tilastollisesti merkitseviä (p = 0.181). Tarkasteltaessa koko aineistoa IIHCE -kyykkyvalatestissä (hartia + selkä + nilkka), kaikista arvoista reilu kolmannes (37.0 %) sijoitui luokkaan yksi, vajaa puolet (44.4 %) luokkaan kaksi ja noin viidennes (18.5 %) sijoitui luokkaan kolme. IIHCE-testin tulokset on esitetty Kuvassa 4. Hartianseudun liikkuvuutta tarkasteltaessa naiset (n = 4) sijoituivat miehiä useammin korkeampiin luokkiin; sukupuolten ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä (p = 0.087). Muut lokaatiot (selkä ja nilkka) eivät osoittaneet riippuvaisuutta sukupuolesta.

Painopisteen nousukorkeus esikevennyshyppytestissä hypyn lentoajan perusteella määritettynä oli miehillä (n = 4) keskimäärin 39.4 ± 7.8 cm ja naisilla (n = 4) 22.2 ± 3.3 cm – sukupuolella todettiin olevan erittäin merkitsevä yhteys esikevennyshyppytestin tulokseen (p<0.005) siten, että miesten painopisteiden nousukorkeudet olivat naisten vastaavia korkeampia. Yksi miestutkittavista suoritti vertikaalihyppynsä voimalevyn sijaan kontaktimatolla, ja hänen paras tuloksensa (52.8 cm) poikkesi huomattavasti muiden miestutkittavien testituloksista – ilman kyseistä arvoa miesten keskiarvoksi muodostuikin 34.9 ± 0.8 cm. Sukupuolen vaikutusta korostaa myös rasvattoman kehonpainon (r = 0.896, p<0.05) sekä T-Drill -ketteryytestin tilastollisesti merkitsevä korrelaatio (r = -0.927, p<0.05) esikevennyshypyn testituloksen suhteen; mitä suurempi oli rasvattoman kehonpainon osuus, tai mitä nopeamman ajan tutkittava saavutti T-Drill -testissä, sitä parempi oli myös EKH-testin tulos. Tämä selittyy osittain tutkittavien sukupuolella, sillä sekä rasvattoman kehonpainon, T-Drill -testin että esikevennyshypyn testituloksen havaittiin riippuvan tutkittavien sukupuolesta, jolloin miehet erottuivat edukseen kyseisten muuttujien suhteen.

Comment [PH14]: uutta tekstiä

Miesten testitulokset olivat naisten testituloksia korkeampia isometrisissa maksimivoimates-teissä niin absoluuttisina, kuin kehonpainoon suhteutettuina arvoina: absoluuttisia arvoja tarkasteltaessa sukupuolten väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä tai lähes merkitseviä (alaraajat: p = 0.86, koukistus: p = 0.56, ojennus: p = 0.20). Kehonpainoon suhteutettuna ero-

jen merkitsevyydet eivät kuitenkaan olleet yhtä huomattavia (alaraajat: $p = 0.39$, koukistus: $p = 0.85$, ojennus: $p = 0.79$). Isometrisessa alaraajojen maksimaalisessa ojennustestissä miesten ($n = 4$) tulos oli absoluuttisina arvoina keskimäärin 399.3 ± 23.6 kg, joka vastasi kehonpainoon suhteutettuna 4.74 ± 0.44 kg/BW; naisilla ($n = 3$) vastaavat arvot olivat 306.0 ± 68.7 kg ja 4.10 ± 1.03 kg/BW. Testattavien testitulokset olivat korkeampia vartalon isometrisessa ojennustestissä kuin vastaavassa koukistustestissä niin miehillä kuin naisilla: miesten ($n = 5$) testitulokseksi mitattiin koukistustestissä 77.6 ± 23.8 kg / 0.92 ± 0.25 kg/BW ja naisten ($n = 4$) testitulokseksi 46.4 ± 4.5 kg / 0.63 ± 0.03 kg/BW. Ojennustestissä vastaavat arvot olivat miehillä ($n = 4$) 101.6 ± 16.9 kg / 1.21 ± 0.20 kg/BW ja naisilla 69.8 ± 4.4 kg / 0.95 ± 0.04 kg/BW. Vartalon fleksio- ja ekstensiotestien välillä havaittiin koko aineistossa tilastollisesti erittäin merkitsevää positiivista korrelaatiota ($p < 0.005$).

Comment [PH15]: uutta tekstiä

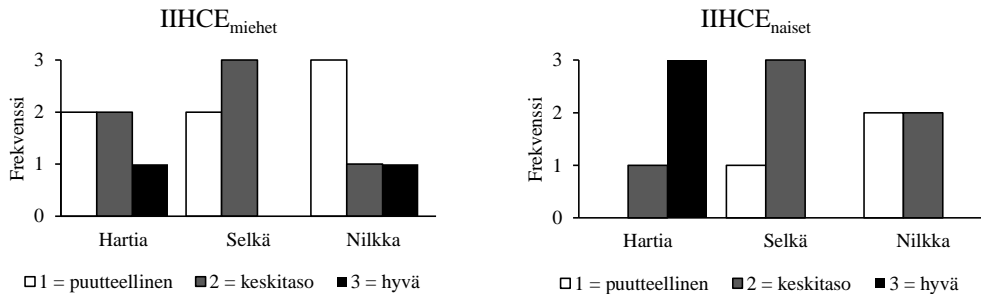
Miesten IRFD -arvot olivat naisten arvoja korkeampia jokaisella mitatulla ajanhetkellä, mutta molemmilla sukupuolilla arvoissa ilmeni suurta yksilöllistä vaihtelua. Miehillä mitatut arvot eri ajanhetkillä (10, 50, 100, 200, 300 ms) olivat 123.3 ± 55.9 N/s, 780.3 ± 312.5 N/s, 1364.5 ± 338.3 N/s, 1124.6 ± 130.3 N/s ja 890.7 ± 75.7 N/s, vastaavien arvojen ollessa naisilla 79.0 ± 26.3 N/s, 289.4 ± 11.5 N/s, 611.0 ± 121.6 N/s, 681.2 ± 210.3 N/s ja 579.5 ± 182.3 N/s. Mitatut huippuarvot ajoittuivat ajanhetkille IRFD100 ja IRFD200, joista mitatut arvot kääntyivät laskuun – suurimmalla osalla tutkittavista IRFD huippuarvo ajoittui kuitenkin ajanhetkelle IRFD100 (Kuva 5). Sukupuolten väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä ajanhetkillä 100 ms ($p < 0.05$), 200 ms ($p < 0.05$) ja 300 ms ($p < 0.05$). Eri ajanhetkillä tarkasteltujen IRFD-arvojen välillä havaittiin miehillä positiivista korrelaatiota, jonka mukaan IRFD10 ja IRFD50 välillä vallitsi tilastollisesti erittäin merkitsevä yhteys ($p < 0.005$), korrelaation ollessa arvojen IRFD200 ja IRFD300 välillä merkitsevällä tasolla ($p < 0.05$); naisilla tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota ei havaittu. IRFD mittaustulokset eivät kummallakaan sukupuolella korreloineet niin ikään nopeusvoimaa mitanneen esikevennyshyppytestin kanssa.

TAULUKKO 5. Tutkittavien (n = 7-9) tuloksia fyysistä suorituskkyä mitanneissa testeissä muuttujien keskiarvon (\bar{x}), keskihajonnan (SD) ja ääriarvojen [min, max] mukaan ilmaistuna. EKH = esikevennyshyppy, $_{ext}$ = ojennus, $_{flex}$ = koukistus, IRFDn = isometric rate of force development ajanhetkellä n ms.

Comment [PH16]: uutta tekstiä

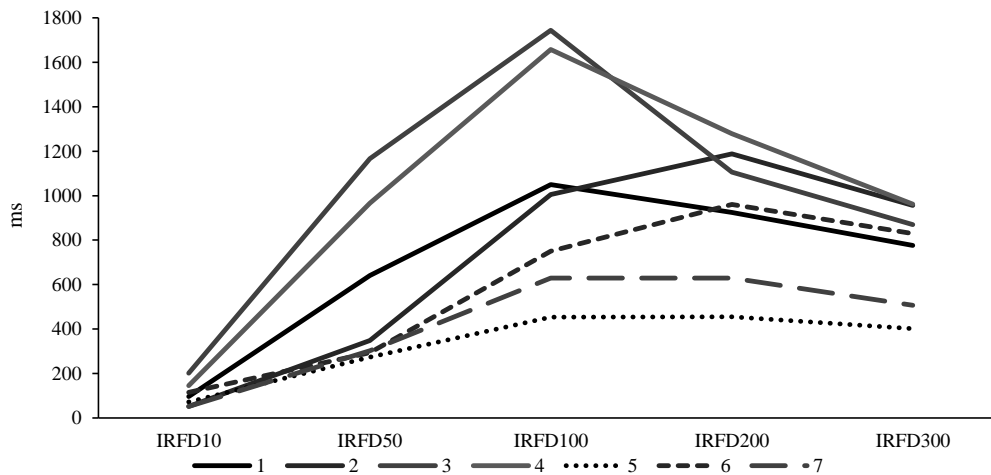
	$\bar{x} \pm SD$	[min, max]
Reaktioaika (s)	0.517 \pm 0.059	
miehet (n = 5)	0.500 \pm 0.064	[0.409, 0.598]
naiset (n = 4)	0.538 \pm 0.043	[0.477, 0.571]
T-Drill (s)	11.41 \pm 1.36	
miehet (n = 4)	10.50 \pm 0.88*	[9.07, 11.41]
naiset (n = 3)	12.64 \pm 0.81	[11.54, 13.50]
KasvU (cm)	47.4 \pm 14.3	
miehet (n = 5)	41.2 \pm 13.7	[24.0, 61.0]
naiset (n = 4)	55.3 \pm 10.6	[42.0, 68.0]
EKH (cm)	27.3 \pm 10.5	
miehet (n = 4)	39.4 \pm 7.8*	[33.8, 52.8]
naiset (n = 4)	22.2 \pm 3.3	[19.2, 27.8]
Alaraajat $_{ext}$ (kg / kg·BW ⁻¹)	359.3 \pm 66.9 / 4.46 \pm 0.82	
miehet (n = 4)	399.3 \pm 23.6 / 4.74 \pm 0.44	[376.0, 431.0 / 4.14, 5.39]
naiset (n = 3)	306.0 \pm 68.7 / 4.10 \pm 1.03	[241.0, 401.0 / 2.96, 5.46]
IRFD10 (N/s)	104.3 \pm 50.6	
miehet (n = 4)	123.3 \pm 55.9	[51.0, 201.3]
naiset (n = 3)	79.0 \pm 26.4	[50.7, 114.1]
IRFD50 (N/s)	569.90 \pm 339.0	
miehet (n = 4)	780.3 \pm 312.5	[347.9, 1166.9]
naiset (n = 3)	289.4 \pm 11.5	[274.0, 301.4]
IRFD100 (N/s)	1041.5 \pm 459.1	
miehet (n = 4)	1364.5 \pm 338.3*	[1005.4, 1744.8]
naiset (n = 3)	611.0 \pm 121.6	[453.7, 749.7]
IRFD200 (N/s)	934.6 \pm 277.1	
miehet (n = 4)	1124.6 \pm 130.4*	[925.1, 1278.9]
naiset (n = 3)	681.2 \pm 210.3	[454.1, 961.1]
IRFD300 (N/s)	757.3 \pm 203.1	
miehet (n = 4)	890.7 \pm 75.7*	[776.0, 961.8]
naiset (n = 3)	579.5 \pm 182.3	[401.7, 830.1]
Vartalo $_{flex}$ (kg / kg·BW ⁻¹)	63.7 \pm 23.8 / 0.79 \pm 0.24	
miehet (n = 5)	77.6 \pm 23.8 / 0.92 \pm 0.25	[54.1, 118.4 / 0.59, 1.31]
naiset (n = 4)	46.4 \pm 4.5 / 0.63 \pm 0.03	[40.3, 50.7 / 0.60, 0.69]
Vartalo $_{ext}$ (kg / kg·BW ⁻¹)	85.7 \pm 20.1 / 1.08 \pm 0.19	
miehet (n = 4)	101.6 \pm 16.9* / 1.21 \pm 0.20	[79.6, 127.0 / 0.87, 1.40]
naiset (n = 4)	69.8 \pm 4.4 / 0.95 \pm 0.04	[65.4, 77.2 / 0.92, 1.02]

*p<0.05



KUVA 4. IIHCE-kyvykyvalatestin frekvenssijakauma eri lokaatioissa miehillä ja naisilla luo-

Comment [PH17]: uutta tekstiä



kissa 1 = puutteellinen, 2 = keskitaso ja 3 = hyvä.

KUVA 5. Tutkittavien (n = 7) IRFD -mittaustulokset eri ajanhetkillä. Naissukupuolen edustajat (5-7) on merkitty kuvaan katkoviivoin.

Miehet (n = 3) saavuttivat keskimäärin korkeamman absoluuttisen (3.5 ± 0.1 l/min vrt. 2.5 ± 0.2 l/min) ja suhteellisen hapenkulutuksen tason (43.8 ± 4.3 ml/min/kg vrt. 33.3 ± 4.3 ml/min/kg) naisiin (n = 4) verrattuna. Miesten absoluuttiset hapenkulutuksen maksimiarvot olivat tilastollisesti erittäin merkittävästi korkeampia ($p < 0.005$) kuin naisten arvot; kehonpainoon suhteutettuna ero oli lähes merkittävä ($p = 0.058$). Miehillä korkein mitattu suhteellisen

hapenkulutuksen taso oli 49.5 ml/min/kg, vastaavan arvon ollessa naisilla 37.3 ml/min/kg. Yksilöiden välillä esiintyi suurta vaihtelua, erotuksen ollessa suurimmillaan noin 10 ml/min/kg niin miehillä kuin naisilla. VO_{2max}-testin maksimilaktaatiksi mitattiin miehillä keskimäärin 14.8 ± 1.0 mmol/l ja naisilla 10.2 ± 1.8 mmol/l. Maksimisyke asetui polkupyöräergometritestissä niin miehillä kuin naisilla 196 ± 10 bpm tasolle, mikä osoittaa muuttujan suuren yksilöllisen vaihtelun.

Naisilla kehonpainoon suhteutettu VO_{2max} oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä runkosarjassa päästettyjen maalien lukumäärään ($r = -0.950$, $p < 0.05$) siten, että korkeamman VO_{2max}-tason saavuttaneet maalivaahdit päästivät runkosarjassa vähemmän maaleja; miehillä vastaavaa yhteyttä ei havaittu. Tutkittavien VO_{2max} sekä kynnysten (AerK, AnK) absoluuttiset ja suhteelliset hapenkulutukset korreloivat negatiivisesti T-Drill -ketteryydestin tulokseen niin miehillä ($r = -0.554 - -0.934$) kuin naisilla ($r = -0.208 - -0.980$). Yleistäen ilmaistuna mitä korkeampia hapenkulutuksen arvoja maalivahti siis saavutti, sitä parempi oli menestys ketteryydestissä; erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Naisilla mitattu maksimilaktaatti (La_{max}) oli yhteydessä tutkittavien rasvaprosenttiin ($r = 0.935$) siten, että korkeamman rasvaprosentin omaavilta maalivahteilta mitattiin testin päätteeksi korkeampia maksimilaktaatteja; kyseinen korrelaatio ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä ($p = 0.231$). Miehillä maksimilaktaatin yhteys tutkittavien rasvaprosenttiin oli sen sijaan negatiivinen ($r = -0.990$), mikä tarkoitti, että korkein maksimilaktaatti mitattiin niiltä maalivahteilta, joiden kehon rasvamaassa oli pienin – tässäkin tapauksessa ero ei kuitenkaan yltänyt tilastollisen merkitsevyyden rajaan ($p = 0.092$). Tutkittavien sukupuolesta tilastollisesti merkitsevästi tai erittäin merkitsevästi riippuvat muuttujat on esitetty Taulukossa 6.

Comment [PH18]: uutta tekstiä

Comment [PH19]: uutta tekstiä

Comment [PH20]: uutta tekstiä

Comment [PH21]: uutta tekstiä

TAULUKKO 6. Tutkimuksessa tilastollisesti merkitsevästi tai erittäin merkitsevästi sukupuolesta riippuvat muuttujat.

	KA-ero	sukupuoli	
		Keskivirhe	merkitsevyytaso
Paino (kg)	10.790*	4.231	.038
FFM	13.229**	2.788	.003
T-Drill (s)	2.135*	0.771	.039
EKH (cm)	12.692**	2.312	.003
Ext (kg)	31.725*	10.082	.020
VO _{2max} (l/min)	1.005**	0.142	.001
P _{max} (W)	105.500*	29.997	.017
La _{max} (mmol/l)	4.958*	1.359	.015
IRFD100 (N/s)	753.517*	242.050	.026
IRFD200 (N/s)	443.368*	153.007	.034
IRFD300 (N/s)	311.218*	119.617	.048

*p<0.05

**p<0.005

7 POHDINTA

Koeasetelma. Maalivahtien suorituskykyisyyttä voidaan pitää suhteellisen vertailtavina, sillä kaikki mittaukset toteutettiin kahden kuukauden aikana runkosarjan ollessa käynnissä kaikilla sarjatasoilla. Kainulainen (2015) tutki salibandyn kenttäpelaajien suorituskyvyn muutoksia kilpailukauden aikana miehillä, Virtasen (2015) suorittaessa vastaavan kaltaisen asetelman naiskenttäpelaajilla. Virtasen (2015) tutkimuksessa naisten Salibandyliigan pelaajien voima- ja nopeusominaisuuksia oli mahdollista ylläpitää kilpailukaudella syys-helmikuun välillä. Kainulainen (2015) sen sijaan havaitsi miesten Salibandyliigan pelaajilla voimaominaisuuksien kehittymistä, nopeusominaisuuksien laskua sekä ketteryyden säilymistä kilpailukauden aikana loka-helmikuun välillä. Ottaen huomioon mittausten tiiviin ajoittumisen (marras-joulukuu) suhteessa edellä mainittuihin ajanjaksoihin, ovat tutkittavat hyvin todennäköisesti olleet samanarvoisessa asemassa mittausten ajoittumisen suhteen.

Toisaalta mittausten ajoituksessa suhteessa testauspäivään oli eroja tutkittavien välillä, osan testauspäivistä ajoituksessa aamupäivään ja osan iltapäivään ja iltaan. Aerobisen kapasiteetin voidaan katsoa saavuttavan huippuarvonsa todennäköisimmin ilta-aikaan; myös reaktionopeutta vaativiin taitoihin liittyvät valmiudet ovat niin ikään aamulla heikommät (Venter 2012). Vastaavissa rytmityksissä voi kuitenkin esiintyä yksilöllistä vaihtelua, mikä havaittiin myös tämän tutkimuksen yhteydessä, sillä parhaimmin reaktioaikatestissä suoriutunut testattava suoritti testinsä aamuyhdeksältä.

Voi hyvin olla mahdollista, että tässä asetelmassa käytetyt testit eivät olleet päteviä maalivahdin suorituskykyisyyden mittareita. Spesifin, salibandymaalivahteille suunnatun testipatteriston puuttuessa kyseisiä testejä päädyttiin kuitenkin käyttämään, aikaisempaan salibandyn kenttäpelaajia ja muiden lajien maalivahteja käsitelleeseen tutkimustietoon nojaten.

Urheilulajista ja sen vaatimuksista on mahdollista saada luotettava kuva, mikäli sitä tarkastellaan huipputasolla (Luhtanen 2004, 12). Vaikka Suomen kansallinen taso eri sarjatasoilla on useisiin muihin salibandymaihin verrattaessa korkealla tasolla, ovat maajoukkueen vaatimukset luonnollisesti vielä tätäkin korkeammat. Kansallisen tason salibandymaalivahteja si-

sältänyt aineisto ei siis riitä kuvaamaan lajin vaatimuksia kansainvälisellä tasolla, jossa sekä pelinopeus että maalivahdin suorituskykyä kohtaan suuntautuvat odotukset ovat korkeimmillaan. Tulevaisuudessa aineisto tulisikin mahdollisesti pyrkiä rakentamaan siten, että se sisältäisi kansainvälisellä tasolla kilpailevia maalivahteja. Maalivahtien suorituskykyisyydessä ilmeneviä eroja eri kilpailutasojen välillä saattaa tässä tutkimuksessa tukea se, että naistutkittavista parhaat arvot niin T-Drill-, KasvU-, IIHCE, EKH- kuin VO_{2max} (ml/min/kg) -testissä saavutti maalivahti, jolla oli ainoana tutkittavista kokemusta U19-maotteluista.

Jatkotutkimuksessa voitaisiin mahdollisesti hyödyntää lisäksi asetelmaa, jossa aineisto koostuu sekä kenttäpelaajista että maalivahdeista – tällöin päästäisiin käsiksi mahdollisiin pelipaikkakohtaisesti ilmeneviin eroihin pelaajien kehonkoostumuksessa ja -mittasuhteissa sekä suorituskyvyssä. Toki tämänkin tutkimuksen yhteydessä on esitetty joitakin näkökulmia, mutta luotettavuuden lisäämiseksi pelaajia tulisi testata samassa asetelmassa.

Antropometria. Tässä tutkimuksessa hypoteesi 1 sai osittain tukea taakseen, sillä jääkiekko-maalivahteihin (Vescovi ym. 2006) verrattaessa tässä tutkimuksessa mitatut miesmaalivahtien arvot olivat korkeampia (18.6 ± 3.5 % vrt. 10.9 ± 2.1 %). Naismaalivahdeilla sen sijaan tämän tutkimuksen yhteydessä suoritettujen maalivahtien rasvaprosenteista alittivat Geithner ym. (2006) tutkimuksessaan saavuttamat arvot (26.9 ± 8.6 % vrt. 28.38 ± 3.21 %); tässä tapauksessa tulee kuitenkin huomioida keskihajonnoissa ilmenevä yksilöllinen vaihtelu sekä tämän tutkimuksen yhteydessä tapahtuneet, mahdolliset mittausvirheet. Mikäli naisurheilijoiden vertailua suoritetaan McArdle ym. (2015, 771) mukaan tarkastellen salibandymaalivahteja suhteessa kori- ja jalkapalloilijoihin, on ero varteen otettava (26.9 ± 8.6 % vrt. 21.0-22.0 %). Tehdyt havainnot tukivat oletusta (hypoteesi 2) siitä, että nais- ja miesmaalivahtien antropometristen ominaisuuksien välillä on eroja siten, että naisilla on usein korkeampi rasvaprosentti rasvattoman massan osuuden ollessa miehillä vastaavasti suurempi. Miehillä kehon viitteellisenä rasvaprosenttina voidaan pitää 15 %:a, vastaavan luvun ollessa naisilla vajaa 30 % (McArdle ym. 2015, 740). Tämän tutkimuksen yhteydessä ihopoimiumittauksen avulla saavutettujen arvioiden (miehet 18.6 ± 3.5 %, naiset 26.9 ± 8.6 %) myötäilevät edellä mainittuja arvoja.

Miehillä saavutettujen tutkimustulokset tukivat aiempaa käsipallomaalivahteihin liittyntä tutkimustietoa, jonka mukaan antropometriset muuttujat eivät ole päteviä indikaattoreita määrit-

tämään maalivahdin torjuntatyöskentelyä (Visnapuu ym. 2011). Samanaikaisesti tämä tulos on kuitenkin ristiriidassa asetetun hypoteesin (3) suhteen, jonka mukaan maalivahdin rasvaprosentti saattaisi välillisesti vaikuttaa tämän kykyyn torjua laukauksia. Voi kuitenkin hyvin olla mahdollista, että huipputasolla (maa joukkueet), jolla salibandyn pelinopeus on kansallista tasoa suurempi, tällaiset antropometriset muuttujat saattaisivatkin toimia maalivahtien torjuntatehokkuutta heikentävänä tekijänä. Suomen kansallisella tasolla näiden muuttujien vaikutus ei välttämättä ole vielä yhtä merkittävä, ottaen huomioon lajin nuoren luonteen ja puoliammattilaisuuden.

Naisilla sen sijaan pienempi kehonpaino oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä korkeampaan runkosarjan torjuntaprosenttiin ($r = 0.985$, $p < 0.05$), mikä tässä tapauksessa tukee hypoteesia 3. Asiasta tarvitaan kuitenkin lisätutkimusta, sillä tässä tutkimuksessa käytetty aineisto oli varsin pieni; lisäksi testaaminen rajoittui yhteen kertaan, jolloin sen perusteella saavutetut korrelaatiot maalivahdin torjuntatehokkuudesta suhteessa pitempään, usean kuukauden mittaiseen runkosarjaan ovat toisaalta häilyvät. Toisaalta yksilöiden kehonpainossa ja sitä kautta mahdollisesti myös rasvaprosentissa tapahtuvat muutokset ovat pidemmän aikavälin prosesseja, mikä saattaisi lisätä tämän tarkastelun luotettavuutta sen perusoletuksen kautta, että maalivahtien kehonpaino oli suhteellisen vakio runkosarjan aikana.

Voidaan todeta, että painoindeksiin perustuvat, kehon rasvaprosenttia arvioivat yhtälöt ovat keskimäärin yhtä luotettavia kuin ihopoimiumittaukseen perustuvat laskennalliset yhtälöt (Fogelholm 2007). Tässä tutkimuksessa koko aineiston tasolla korrelaatio kyseisten muuttujien välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($r = 0.898$, $p < 0.005$), minkä voidaan katsoa ihopoimiumittauksen luotettavuutta kasvattavana tekijänä. Ihopoimiumittauksella mitatut arvot poikkesivat keskimäärin 2.6 % BMI:n perusteella lasketuista rasvaprosentin arvoista – on kuitenkin huomioitava, että yhden tutkittavan kohdalla BMI-ennusteyhtälön kautta saavutettu rasvaprosentti oli huomattavasti korkeampi (8.2 %) ihopoimiumittauksella saavutettuun arvoon verrattuna, ja ilman kyseistä arvoa ennusteiden välinen korrelaatio onkin entistä korkeampi ($r = 0.979$, $p < 0.005$). Ihopoimiumittauksen mahdollisia virhelähteitä ovat vaihtelut ihonalaisen rasvan määrässä ja sijainnissa suhteessa koko kehon rasvakudokseen, sekä mittauksen aikana esiintyneet tekniset mittausvirheet. Ihopoimiumittauksen keskivirheen todettiin asettuvan 153 miehen aineistossa 2.6 kg ja 3.5 % tasolle (Wagner & Heyward 1999), tämän

tutkimuksen keskivirheen ollessa 2.4 %. Kaiken kaikkiaan ihopoimimittausta voidaan pitää validina kehonkoostumuksen arviointityökaluna tässä aineistossa. Painoindeksiä ei toisinaan kuitenkaan voida pitää urheilijoilla luotettavana kehonkoostumuksen mittarina, sillä se ei huomioi lihaskudoksen osuutta kehossa – urheilijan lihaksikkuus vaikuttaa luonnollisesti tämän kehonpainoon, jolloin ainoastaan painoindeksiin nojaten voidaan tehdä harhaanjohtavia päätelmiä urheilijan kehonkoostumuksesta.

Pituuden ja sylimitan korrelaatiokerrointa on mitattu muun muassa molempien sukupuolten edustajia ja eri etnisiä ryhmiä sisältäneessä otoksessa: Reeves ym. (1996) päätyivät hajontaväliin, jossa korrelaatiokertoimet vaihtelivat kokonaisuudessaan 0.73-0.89 välillä. Tämän tutkimustuloksen valossa tässä aineistossa saavutettu korkea korrelaatiokerroin (0.957) saattaa heijastella sitä, että käytetty aineisto oli varsin pieni sisältäen ainoastaan yhden etnisen ryhmän edustajia. Pohjanvirran (2016) aineistossa jääkiekkomaalivahtien sylimitan suhde tutkitavien (n = 12) pituuteen oli keskimäärin 1.03, kun se oli tässä aineistossa niin miehillä kuin naisilla keskimäärin 1.01 – miesjalkapallomaalivahdeilla (n = 10) (Milanovic ym. 2012) ja naiskäsipallomaalivahdeilla (n = 19) (Vila ym. 2012) vastaavaksi suhteeksi on mitattu niin ikään keskimäärin 1.01. Vila ym. (2012) tutkimuksessa maalivahdin AHSR ylitti pelaajien (n = 130) keskimääräisen arvon 1.00. Tässä tutkimuksessa maalivahdin AHSR ei ollut yhteydessä maalivahdin torjuntaprosenttiin tai reaktioaikaan – miehillä muuttuja oli sen sijaan yhteydessä runkosarjassa päästettyjen maalien lukumäärään ($r = -0.909$, $p < 0.05$). Sylimitan voitaisiin katsoa vaikuttavan maalivahdin ulottuvuuteen ja kykyyn torjua käsillä 'paremmin' vartalon keskilinjasta poispäin suunnattuja laukauksia; vähäisen tutkimustiedon vuoksi mittasuhteen merkityksestä salibandymaalivahdilla ei tässä yhteydessä voida kuitenkaan tehdä kovin vahvoja johtopäätöksiä, vaan asiasta tarvitaan lisätutkimusta.

Monivalintainen reaktioaikatesti. Monivalintaisessa reaktioaikatestissä laitetaulun avulla ei varsinaisesti mitattu reaktioaikaa, vaan sen sijaan 'vasteaikaa' (*response time*), joka sisältää sekä reaktioajan että motorisen liikeajan. Magillin (2007) mukaan nämä komponentit ovat suhteellisen itsenäisiä, eivätkä ne välttämättä ole suoraan verrannollisia keskenään. Testin avulla ei siis voida tehdä päätelmiä tutkittavien reaktioajasta tai motorisesta liikeajasta, vaan sillä mitataan itse asiassa vasteaikaa. Tästä huolimatta vastaavan kaltaista asetelmaa käytettäessä puhutaan usein reaktioajan mittaamisesta, kuten tässäkin tutkimuksessa on selvyiden

Comment [PH22]: uutta tekstiä

Comment [PH23]:

vuoksi tehty. Käsitteen taustalla vaikuttava ristiriita on kuitenkin hyvä tiedostaa muuttujaa tarkasteltaessa.

Tarkasteltaessa reaktioaikojen sukupuolittuneisuutta, tämän tutkimuksen tulokset ovat ristiriidassa suhteessa aikaisempaan tutkimustietoon (muun muassa Pohjanvirta 2016) sekä tutkimushypoteesissa 2 esitettyyn väitteeseen, jonka mukaan miesten reaktioajat ovat merkittävästi naisten aikoja paremmat: tämän tutkimuksen mukaan reaktioajan riippuvuus sukupuolesta on ainoastaan kohtalainen ($r = 0.317$), eikä ero ei ole tilastollisesti merkitsevä ($p = 0.406$). Ilmiötä korostaa se, että korkein summafaktori mitattiin mieheltä, kun taas yksi naistutkittavista sijoittui koko aineistossa ($n = 9$) kolmanneksi. Tämän tutkimuksen kautta ei myöskään voitu osoittaa todeksi iän merkitystä reaktioajan taustalla, sillä iän ja reaktioajan summafaktorin välillä havaittiin ainoastaan heikkoa negatiivista riippuvuutta, eikä iän vaikutus reaktioaikaan ollut tässä aineistossa tilastollisesti merkitsevä ($r = -0.163$, $p = 0.676$). Vaikka yksi naistutkittavista oli selkeästi muita nuorempi, ei hänen reaktioaikansa ollut heikoin koko aineistossa. Toisaalta tutkittavien ikäjakauma aineistossa oli tuota yhtä tapausta lukuun ottamatta suhteellisen tiivis, eivätkä olosuhteet näin olleet optimaaliset ilmiön tarkastelulle. Tulokset sen sijaan tukivat Pohjanvirran (2016) argumenttia siitä, että tutkittavien sylimitta ei vaikuta reaktioaikaan.

Pohjanvirran (2016) tutkimuksessa miesjääkiekkomaalivahtien reaktioajat asettuivat karkeasti ilmaistuna 0.320-0.460 s välille, viiden mittauskerran keskiarvon ollessa tässäkin tutkimuksessa suoritettuna tennispalloalkuverryttelyn jälkeen hieman alle 0.400 s. Tässä aineistossa miesten arvot sijoittuvat yhdellä mittauskerralla välille 0.409-0.598 s, keskiarvon ollessa 0.500 ± 0.064 s; naisilla vastaavat arvot olivat 0.477-0.571 s ja 0.538 ± 0.043 s. Miehillä ainoastaan 11 % arvoista alitti 0.400 s. Tutkittavien suoritustaso kärsi mitä todennäköisimmin siitä, että tutkittavat eivät käyneet tutustumassa tilaan tai laitteistoon ennen testejä, kuten Pohjanvirran (2016) tutkimuksessa: tämän seurauksena tutkittavien suoritustaso ei vielä välttämättä ehtinyt vakiintua heille ominaiselle tasolle, ja suuri vaihtelu saattoi osittain johtua juuri tästä tekijästä. Tämän lisäksi yksittäisen testin sisällä saattoi tapahtua huomattavaa oppimisvaikutusta, joka saattoi ilmetä huomattavina erotuksina painikkeiden ensimmäisten ja viimeisten toistojen välillä: eräällä naistutkittavalla ero viiden toiston sarjan ensimmäisen ja viimeisen toiston välillä oli 0.261 s! Mikäli testattavat olisivat harjoitelleet testin suorittamista, olisi

yleinen tulostaso ollut todennäköisesti parempi. Myös Pohjanvirta (2016) havaitsi omassa tutkimusasetelmassaan huomattavaa oppimisvaikutusta, mikä korostaa sitä, että jatkossa kyseistä ominaisuutta testattaessa asetelma tulisi rakentaa siten, että se sisältäisi tutustumiskäyn-
tejä suoritustason vakiinnuttamiseksi. Tämän perusteella maalivahtien reaktionopeuden tasosta ei tässä tutkimuksessa käytetyn asetelman perusteella voida vetää lopullisia linjauksia, eikä hypoteesi 1 näin saa tarvitsemaansa tukea, vaan asiasta tarvitaan lisätutkimusta.

Verrattaessa ylä- ja alakulmia (erotus 0.047 s) sekä vasenta ja oikeaa puolta (erotus 0.016 s) keskenään, havaitaan, että miehillä ilmeni enemmän vaihtelua ylä-ala -akselin suhteen ($r = 0.871$, $p = 0.055$) siten, että yläkulmien reaktioajat olivat keskimäärin hieman nopeampia. Naisilla oikean ja vasemman puolen sekä ylä- ja alapuolen välillä ei käytännössä ollut juuri eroa (0.006 s vrt. 0.004 s). Kyseiset erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä kummallakaan sukupuolella. Maalivahdeilla esiintyy usein epäsymmetriaa oikean ja vasemman puolen torjuntajen suhteen, mikä saattoi tässä aineistossa ilmetä miehillä myös reaktioajoissa. Varsinainen torjuntatyöskentely riippuu reaktioajan lisäksi kuitenkin myös monesta muusta eri tekijästä, eikä tähän yksittäiseen tutkimukseen perustuen tule vetää kovin lopullisia johtopäätöksiä, vaan asiasta vaaditaan lisätutkimusta. Mikäli oletetaan, että miespelaajilla laukausten kovuus voi olla jopa 190 km/h (Ihme & Stütze 2012) eikä tilanteessa huomioida muun muassa ilmanvastusta, liikkuisi salibandypallo 0.016 s aikana 0.84 m ja 0.047 s aikana 2.47 m! Toki aivan näin ei todellisuudessa ole, mutta tämä voi auttaa havainnollistamaan sitä, että tilastollinen merkitsevyys – tai sen puute – ei välttämättä aina kuvasta ilmiön merkitystä tai sen mittasuhteita käytännössä. Myös Pohjanvirta (2016) totesi omassa tutkimuksessaan, että vaikka verryttelyprotokollan kautta saavutettu hyöty oli jääkiekkomaalivahdeilla ainoastaan 0.010-0.015 s, saattaa se vastata useiden senttimetrien eroa varsinaisessa liikkeessä, vaihtaen näin torjunnan luonteen kontrolloidusta torjunnasta kenties vaaralliseksi reboundiksi.

Pohjanvirran (2016) mukaan hyvä reaktioaika ei välttämättä aina ole edellytys korkealla tasolla pelaamiselle: tässä tutkimuksessa miehillä torjuntaprosentin ja reaktioaikatestin välillä havaittu positiivinen korrelaatio korostaa muiden tekijöiden vaikutusta maalivahdin onnistuneen torjuntatyöskentelyn taustalla. Näitä tekijöitä voivat muun muassa olla maalivahdin psyykkiset ominaisuudet sekä pelikäsitys ja pelinlukutaidot, joita ei kuitenkaan tässä asetelmassa tar-

kasteltu, mutta joiden osuutta onnistuneen torjuntatyöskentelyn taustalla olisikin lisätutkimuksessa erittäin mielenkiintoista tarkastella.

T-Drill -ketteryydesti. Testin avulla mitataan osittain myös alaraajojen nopeusvoimaominaisuuksia: koska miesten testitulokset olivat naisten tuloksia paremmat, voidaan todeta, että tulokset tukivat hypoteesia 2, jonka mukaan miesten voimantuotto-ominaisuudet ovat naisia paremmat. Niin tutkittavien rasvaprosentilla ($r = -0.839$, $p < 0.05$) kuin rasvattomalla kehonpainolla ($r = -0.769$, $p < 0.05$) oli koko aineistossa tilastollisesti merkitsevä yhteys T-Drill-testin lopputulokseen. Koska naisilla havaittiin olevan miehiä korkeampi rasvaprosentti – rasvattoman kehonpainon ollessa samanaikaisesti matalampi – voidaan tämän katsoa tukevan sukupuolten välillä havaittuja eroja kyseisessä testissä.

Tässä tutkimuksessa toteutettu T-Drill -testi eroaa asetelmallisesti Virtasen (2016) ja Kainulaisen (2015) salibandy kenttäpelaajia käsitelleistä tutkimuksista, eivätkä niiden tulokset siis ole täysin vertailukelpoisia keskenään. Virtasen (2016) tutkimuksessa naisten Salibandyliigan naiskenttäpelaajien T-Drill -ketteryydestin tulokset olivat runkosarjan puolella välissä (joulukuu) mitattuna keskimäärin 11.82 ± 0.46 s; Kainulainen (2015) määrittä miesten Salibandyliigan kenttäpelaajien testitulokseksi 10.32 ± 0.23 s, niin ikään runkosarjan puolella välissä (joulukuu) toteutetulla ketteryydestillä. Tässä tutkimuksessa saavutetut arvot (12.64 ± 0.81 ja 10.50 ± 4.27 s) sijoittuvat samaan luokkaan, mutta asetelmien eroavaisuudet muun muassa ajanottovälineen ja kartioiden kosketustekniikan suhteen estävät yksityiskohtaisemman vertailun.

Tämän tutkimuksen yhteydessä oli mielenkiintoista havaita, että selkeästi parhaan testituloksen saavuttaneella miesmaalivahdilla oli taustalla pelivuotia myös kenttäpelaajana. Tämä saattaisi viitata havaintoon, että T-Drill -testi tukee paremmin salibandy kenttäpelaajalta vaadittavaa ketteryyttä, eikä se välttämättä riitä kuvaamaan niitä ketteryyden elementtejä, joita salibandymaalivahdin lajisuorituksessa tarvitaan. Se saattaa toimia indikaattorina räjähtävästä voimantuotosta, muttei saavuta lajinomaisen ketteryyden tasoa, jolloin hypoteesille 1 ei tämän asetelman puitteissa kenties voida esittää sen tarvitsemaa tukea. Salibandymaalivahdeille spesifioitun testin kuitenkin puuttuessa kyseistä testiä päädyttiin käyttämään tässä asetelmassa.

Liikkuvuustestit. KasvU -testin tulokset tukevat hypoteesin 2 oletusta siitä, että naisilla on usein miehiä parempi liikkuvuus. Vaikka näin oli myös hartian liikkuvuutta mitanneessa IIHCE-testissä, ei sen muissa kategorioissa ilmennyt eroja sukupuolten välillä. Koska kyseisistä testeistä ei ole olemassa kattavaa, aikuisille suunnattua viitearvostoa, perustetaan seuraavat havainnot allekirjoittaneen omaan näkemykseen.

Tutkittavien liikkuvuus oli ajoittain yllättävänkin rajoittunutta, niin lähentäjien ja alaselän liikkuvuutta mitanneessa KasvU -testissä kuin muun muassa hartian ja nilkan liikkuvuutta arvioineessa IIHCE-testissä. Tässä suhteessa tutkimushypoteesi (2) maalivahtien hyvästä liikkuvuudesta ei täyty. Jälleen voi kuitenkin olla mahdollista, että vaikka valitut testausmenetelmät käsittelivät salibandymaalivahdille tärkeitä lokaatioita, eivät ne olleet optimaalisia. Peilattaessa testien tuloksia ja maalivahdin lajinomaista liikkumista salibandyssä ja jääkiekossa, on kuitenkin ilmeistä, että salibandymaalivahdilta ei vaadita yhtä laajoja lantion seudun liikelaajuuksia kuin perhostyyliä toteuttavalta jääkiekkomaalivahdilta. Riittävien liikelaajuuksien merkitystä vammojen ehkäisemisen taustalla ei tästä huolimatta tule kuitenkaan unohtaa.

Kyykkyvalatestin validiteettia voidaan peilata FMS-testistöön kuuluvaan, samankaltaisella suoritustekniikalla toteutettavaan syväkyykkytestiin. Syväkyykkytestin yhteydessä ilmavaliditeetin (*face validity*) on havaittu merkittävästi vaikuttavan testattavan suoritukseen: käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että testattavan tiedostaessa arvostelukriteeristön, hän voi manipuloida omaa suoritustaan tarkoituksenmukaiseen suuntaan tavalla, joka ei olisi välttämättä ilmennyt suoritettaessa liikettä kontrolloimattomissa olosuhteissa (Frost ym. 2015). Koska tutkittavat olivat tässä yhteydessä tietoisia arvostelukriteeristöstä, on sillä voinut olla vaikutusta heidän suoritustekniikkaansa – siitä, onko tuo mahdollinen vaikutus ollut merkityksellistä testin lopputuloksen kannalta, ei voida kuitenkaan vetää johtopäätöksiä.

Esikevennyshyppy. Virtasen (2016) tutkimuksessa naisten Salibandyliigan kenttäpelaajien esikevennyshyppytestin tulokset olivat hypyn lentoajan perusteella laskettuna keskimäärin 29.3 cm; Kainulainen (2015) määrittä miesten Salibandyliigan kenttäpelaajien painopisteen nousukorkeudeksi impulssin avulla 45.00 ± 4.51 cm. Peilattaessa kyseisiä tutkimustuloksia tässä tutkimuksessa saavutettuihin testituloksiin [miehet: 39.4 ± 7.8 cm (vrt. kuitenkin 34.9 ± 0.8 cm), naiset 22.2 ± 3.3 cm] ja ottaen huomioon selkeästi poikkeavat havainnot, voidaan todeta,

että erityisesti miesmaalivahtien arvot poikkesivat kenttäpelaajien tuloksista tilanteessa, jossa poikkeavan havainnon (52.8 cm) merkitys keskiarvoon oli huomioitu.

Sarjatasolla on voinut olla merkitystä testituloksiin, sillä miestutkittavista yksikään ei pelannut miesten pääsarjatasolla; tämä ei kuitenkaan selitä sitä, että vaikka kaikki tähän tutkimukseen osallistuneet naismaalivahtit pelasivat naisten pääsarjatasolla, olivat heidän testituloksensa silti Virtasen (2016) raportoimaa, samalla sarjatasolla pelaavien kenttäpelaajien keskiarvoa heikkommat. Muista palloilulajeista julkaistun tutkimustiedon mukaisesti maalivahdeilla on usein ollut kenttäpelaajia korkeampi rasvaprosentti ja heidän kehonpainonsa on ollut joukkueen pelaajista korkeimpien joukossa (Vescovi 2006, Semjon ym. 2016) – nämä tekijät saattavat mahdollisesti vaikuttaa maalivahdin painopisteen nousukorkeuteen kehonpainoa vastaan työskennellessä. Yhtä tutkittavaa lukuun ottamatta hyppytekniikka oli maalivahdeille jo entuudestaan tuttu, eikä sen puutteellisuus mitä todennäköisimmin muodostunut suoritussoa rajoittavaksi tekijäksi tässä tutkimuksessa.

Alaraajojen maksimaalinen isometrinen ojennusvoimatesti: MVC ja IRFD. Tutkimustulokset tukevat hypoteesia 2, jonka mukaan miesten voimantuotto-ominaisuudet ovat naisia paremmat – tämä ilmeni miesten keskimääräisesti korkeampina arvoina niin MVC- kuin RFD-mittauksissa. Erot saattavat johtua muun muassa siitä, että miehet omaavat naisia suuremman lihassmassan.

Maalivahtipelissä ratkaisevassa asemassa on hermolihasjärjestelmän kyky tuottaa voimaa ensimmäisen 0.1-0.3 sekunnin kuluttua torjuntaliikkeen aloittamisesta (Ihme & Stütze 2012) – tässä tutkimuksessa mitatut huippuarvot ajoittuivat koko aineistossa ajanhetkille IRFD100 ja IRFD200, huippuarvon ajoituessa suurimmalla osalla tutkittavista ajanhetkelle IRFD100. Tämä saattaa heijastella maalivahtien lajinomaisissa, räjähtävissä suorituksissa vaadittavaa RFD aktivaatiokuviota. >75 ms suorituksissa RFD kehitykseen vaikuttavat hermostollisten tekijöiden lisäksi yhä enenevässä määrin lihassolutasolla vaikuttavat ominaisuudet (Maffioletti ym. 2016).

IRFD sisällytettiin osaksi analyysiä, jotta sen yhteyttä esikevennyshyppyyn ja alaraajojen nopeusvoimaominaisuuksiin voitaisiin tutkia. Tässä aineistossa esikevennyshypyn ja IRFD testi-

tulokset eivät kuitenkaan korreloineet. Alaraajojen maksimaalisessa isometrisessä ojennusvoimatestissä pyrkimys saavuttaa sekä MVC että IRFD saman suorituksen aikana saattoi vaikuttaa molemmissa muuttujissa saavutettuihin huippuarvoihin niitä alentavasti, sillä optimaalisten testausolosuhteiden toteuttamiseksi muuttujien mittaukset olisivat mahdollisesti vaatineet erilaisen ohjeistuksen: RFD mittauksessa huomio tulisi kiinnittää suorituksen nopeuteen (*'fast'*), kun taas MVC -mittauksessa painopiste asettuu puhtaasti voimantuoton maksimitason saavuttamiseen (*'hard'*) (Maffiuletti ym. 2016). Koska IRFD-mittausten ja EKH-testin välillä ei havaittu korrelaatiota, voi kyseinen ilmiö juuri osittain selittyä koeasetelman virheellisyydellä. Ilmiötä saattaa tukea se, myöskään MVC:n ja IRFD:n välillä ei havaittu korrelaatiota, vaikka aikaisemman tutkimustiedon mukaan MVC:n on todettu korreloivan mitatun RFD:n kanssa muun muassa 10, 50, 100 ja 200 ms ajanhetkillä (Maffiuletti ym. 2016).

Dynamometrillä tapahtunut mittaus oli suurimmalle osalle testattavista uusi kokemus; toisaalta laite muistutti kuntosalilla esiintyviä jalkaprässejä, jolloin tutkittavien mahdollisesta, aikaisemmasta kuntosaliharjoittelusta kyseistä laitetta hyödyntäen on saattanut siirtyä siirtovaikutusta suoritustekniikkaan. Suoritustekniikan löytymisessä on silti saattanut ilmetä epävakautta, jolla on ollut suuri vaikutus yksittäisten testisuoritusten vertailtavuuteen: Maffiuletti ym. (2016) mukaan RFD mitattaessa luotettava testituloksena olisi mahdollista saavuttaa kolmen parhaimman testituloksen keskiarvolla olosuhteissa, joissa asetelma olisi sisältänyt vähintään viisi maksimaalista yrityskertaa. Jotta testauspäivän kokonaispituus ja -kuormitus pysyisi siedettävissä rajoissa, katsottiin näissä olosuhteissa edullisimmaksi menetelmäksi mitata sekä MVC että RFD samojen testisuoritusten aikana. Analyysin kohteeksi päätettiin valita yksi sellainen suoritus, joka sisälsi MVC:n huippuarvon, kun taas RFD määritettiin kahden parhaimman tuloksen keskiarvona. Tarkennettakoon vielä, että nämä arvot saatettiin saavuttaa eri suorituksissa. Voi kuitenkin hyvin olla mahdollista, että tässä tapauksessa suoritustaso ei välttämättä ehtinyt vielä vakiintua luotettavaa keskiarvoistusta edeltävälle tasolle – tämä saattoi ilmetä myös molemmilla sukupuolilla tutkittavien välillä havaittavina, huomattavan suurina erotuksina kullakin ajanhetkellä mitatuissa ääriarvoissa.

RFD mittauksen luotettavuutta saattoi heikentää myös tietty esijännitys (Maffiuletti ym. 2016): testattavalla oli näköyhteys ohjelmiston reaaliajassa piirtämään voimakuvaajaan, mutta kuvaajan herkkyys ei välttämättä riittänyt osoittamaan liiallisen jännityksen tasoa; toisaalta

myös tutkittavan ohjeistuksessa sekä suoritustekniikan varsinaisessa havainnoinnissa olisi mahdollisesti pitänyt käyttää suurempaa tarkkuutta.

Bilateraalisissa (kahdella jalalla tapahtuvissa) voimatesteissä testaustavan ja maalivahdin pääasiallisen lajinomaisen liikkumisen välillä ilmenee ristiriitaa, sillä maalivahdin voimantuotto tapahtuu tämän lajisuorituksessa useimmiten unilateraalisesti eli yhdellä jalalla (vrt. kuopaisu- ja työntötekniikat). Kahdella jalalla testattaessa mahdollinen bilateraalinen vaje saattaa vaikuttaa voimantuottoon, eikä vastaava testi näin kerro yhden jalan suorituskapasiteetista – jatkotutkimusehdotuksena voitaisiinkin pitää unilateraalisen voimatestauksen ja lajinomaisen liikkeen korrelaation selvittämistä suhteessa bilateraaliseen testaukseen.

Vartalon maksimaalinen isometrinen koukistus- ja ojennusvoimatesti. Myös vartalovoimatesteissä saavutetut tutkimustulokset tukevat hypoteesia 2, miesten voimantuottokyvyn ollessa suurempi naisiin verrattuna erityisesti maksimaalisessa isometrisessä vartalon ojennusvoimatestissä. Jälleen kerran selitykseksi voidaan tarjota sukupuolten välisiä, osittain muun muassa hormonaalisista tekijöistä aiheutuvia eroja tutkittavien lihasmassassa. Vartalon fleksio- ja ekstensiomittausten välillä havaitun positiivisen korrelaation voidaan mahdollisesti katsoa kertovan tutkittavien lihastasapainosta vartalon ekstensorien ja fleksorien välillä.

Virtasen (2016) tutkimuksessa naisten Salibandyliigan kenttäpelaajien keskimääräinen tulos oli isometrisessä vartalon koukistustestissä 0.95 ± 0.14 kg/BW ja ojennustestissä 1.23 ± 0.16 kg/BW, jotka molemmat ylittivät naismaalivahtien tässä tutkimuksessa saavuttamat arvot (0.63 ± 0.03 kg/BW ja 0.95 ± 0.04 kg/BW). Kainulaisen (2015) mieskenttäpelaajilta mitatut absoluuttiset arvot olivat koukistustestissä 105 ± 23 kg ja ojennustestissä 134 ± 18 kg, ollen niin ikään tämän tutkimuksen yhteydessä testattujen maalivahtien arvoja (77.6 ± 23.8 kg ja 101.6 ± 16.9) korkeammat. Kilpivaara (2012) testasi Pro Gradu -tutkielmassaan miespuolisia jääkiekkomaalivahteja vastaavin testein, saaden tulokseksi koukistustestissä 87.8 ± 14.4 kg ja ojennustestissä 114.1 ± 16.1 kg – kyseiset arvot niin ikään ylittävät tässä tutkimuksessa testattujen miesmaalivahtien arvot, ollen kuitenkin niitä lähempänä.

Voi hyvin olla mahdollista, että jääkiekkomaalivahdilta vaaditaan korkeampia keskivartalon voimatasoja raskaammasta suojarustuksesta ja pelivälineestä johtuen; salibandyyn verratta-

essa keskivartaloon kohdistuvat vaatimukset ja haasteet torjunta-asennon stabilaattorina toimimisen suhteen saattavat siten olla jääkiekossa korkeammat, mikä saattaa ilmetä myös testituloksissa havaittavina eroavaisuuksina. Salibandyn kenttäpelaajilla keskivartalon stabilisoiva vaikutus ja isometrinen voimantuotto korostuvat muun muassa laidan läheisyydessä tapahtuvissa kaksinkamppailu- ja kulmavääntötilanteissa. Maalivahtien työskentelystä kyseinen elementti sen sijaan puuttuu, sillä vastaavaa kontaktipelaamista ei torjuntatyöskentelyssä tapahdu.

Testausmenetelmä oli suuremmalle osalle tutkittavista ennestään tuntematon, joten suoritusmekaniikka ei välttämättä ehtinyt vakiintua heille ominaiselle tasolle, mikä on saattanut vaikuttaa yleiseen suoritustasoon sitä laskevasti. Jatkossa suoritustekniikan vakiointi tulisi mahdollisesti toteuttaa ennen varsinaisia mittauksia suoritettavan tutustumiskerran yhteydessä. On kuitenkin osoitettu, että isometriset voimamittaukset eivät täysin korreloi dynaamisen luonteen omaavan varsinaisen lajisuorituksen kanssa, jolloin tämän mittarin pätevyys maalivahdin suorituskykyisyyden mittarina voidaan kyseenalaistaa; menetelmän puolesta puhuvat toisaalta sen hyvä toistettavuus, helppous sekä turvallisuus (Ahtiainen & Häkkinen 2007).

VO_{2max} -testi polkupyöraergometrilla. Tässä tutkimuksessa tutkittavien testitulokset tukevat hypoteesia 2, jonka mukaan miehillä on naisia suurempi aerobinen kapasiteetti. Tutkittavien yleinen suoritustaso on kuitenkin jonkinasteisessa ristiriidassa aikaisemman, maalivahtien VO_{2max}:ä selvittäneiden tutkimusten kanssa. Geithner ym. (2006) testasivat yhdysvaltalaisen yliopiston jääkiekkjoukkueen naismaalivahteja (n = 13) määrittäen maksimaalisen hapenottokyvyn Legerin testiin perustuvan ennusteyhtälön avulla, saaden VO_{2max} -arvoksi 41.09 ± 5.85 ml/min/kg. Twistin ja Rhodesin (1993) mukaan miesmaalivahdeilla riittävä arvo olisi jääkiekossa >50 ml/min/kg. Tässä tutkimuksessa maalivahdeilta mitattiin suhteellisen alhaisia hapenottokyvyn arvoja (miehillä 43.8 ± 4.3 ml/min/kg, naisilla 33.3 ± 4.3 ml/min/kg). Kehonpainoon suhteutettujen arvojen alhaisuus voi tässä aineistossa johtua osittain siitä, että tutkittavilta mitatut rasvaprosentit ja sitä kautta saavutetut arviot kehon rasvamassasta voivat suuremman kehonpainon kautta vaikuttaa näihin laskennallisiin tuloksiin.

Ottaen huomioon, että naisilla kehonpainoon suhteutettu VO_{2max} oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä runkosarjassa päästettyjen maalien lukumäärään (r = -0.950, p<0.05), voi hyvin

olla mahdollista, että tässä aineistossa mitatut matalat hapenkulutukset saattoivat muodostua rajoittaviksi tekijöiksi naismaalivahtien torjuntatyöskentelyssä. Yhden tutkimustuloksen varaan ei kuitenkaan voi rakentaa kovin vahvoja johtopäätöksiä, ja asiasta tarvitaankin lisätutkimusta suuremmalla aineistolla ja mahdollisesti myös laadukkaammalla asetelmalla. Havainto tukee oletusta siitä, että tämä aineisto ei yllä kuvaamaan lajin vaatimuksia kansainvälisellä tasolla, jolloin kansainvälisellä tasolla kilpailevien maalivahtien testauksen merkitys tulevaisuuden tutkimuksessa korostuu.

Testattaessa maksimaalista hapenottoa polkupyöräergometrillä, voi hyvin olla mahdollista, että sellaiset henkilöt, joille pyöräily on kuormitusmuotona vieraampi, väsyvät ja lopettavat testin ennen kuin maksimaalinen hapenottoa ehditään saavuttaa (Ross & Jackson 1990, 93). Tässä yhteydessä tulee toki myös huomioida, että ergometritestissä VO_{2max} on tavallisesti 5-10 % juoksumatolla saatavaa hapenkulutusta pienempi – ääritapauksissa hapenkulutus voi kuitenkin olla jopa 15 % matalampi (Keskinen ym. 2007b). Eroon vaikuttaa muun muassa työskentelevien lihasten massa, joka on pp-ergometriyössä alhaisempi keskivartalon tukilihaksiston vähäisemmän aktivoitumisen myötä.

Muissa lajeissa (jääkiekko: Geithner ym. 2006, Vescovi ym. 2006; jalkapallo: Ziv & Lidor 2011, Arnason ym. 2004) toteutetun VO_{2max} -tutkimuksen mukaan maalivahtien VO_{2max} -arvot ovat keskimäärin olleet kenttäpelaajien arvoja matalammat – kyseiseen tutkimuspohjaan viitaten voidaan olettaa, että näin on mitä todennäköisimmin myös salibandyssä. Oletusta tukee tämän tutkimuksen yhteydessä tehty havainto, jonka mukaan lähihistoriassa kenttäpelaajataustaa omaanneen miesmaalivahtien maksimaalinen hapenottoa oli tutkimusaineistossa selkeästi korkein (3.6 l/min, 49.5 ml/min/kg). Näiden tekijöiden voidaan yhdessä katsoa tukevan hypoteesia 1, jonka mukaan maalivahtien VO_{2max} olisi heikompi kuin kenttäpelaajilla. Tämä saattaa toisaalta korostaa maalivahtien pelipaikan luonteen erilaisuutta suhteessa kenttäpelaajien pelipaikkoihin.

Vaikka maalivahtien harjoitusmääriä ei tutkimuksen yhteydessä kysytty, oli allekirjoittaneella tietämys siitä, että muutaman tutkimukseen osallistuneen maalivahtien kohdalla eri mittaiset ja eri syistä aiheutuneet harjoittelemattomuusjaksot saattoivat osittain toimia muun muassa alhaisia hapenottoa arvoja selittävänä tekijänä. Jotta salibandymaalivahtien hapenottoa arvo-

tä saisi luotettavamman kuvan, tulisi maalivahtien sen hetkinen harjoitustila ja harjoitustausta harjoitusmäärineen laajemmin selvittää. Salibandy on Suomessa vielä laajalti puoliammattilaislaji, jolloin päivätyön tai opiskelun lomassa urheiluun ei välttämättä jää riittävästi resursseja suorituskyvyn maksimoimiseksi verrattaessa tilanteeseen, jossa urheilijat harjoittelevat ja pelaavat työkseen saaden siitä elantonsa.

Pelianalyysi. Alkuperäisen suunnitelman mukaan tutkimuksen toisena elementtinä piti olla pelianalyysin suorittaminen ja yhden runkosarjaottelun kuormittavuuden tutkiminen suhteessa VO_{2max} -testiin. Pelianalyysin oli tarkoitus pohjautua Ihmeen ja Stützlen (2012) katsaukseen miesten vuoden 2010 salibandyn MM-kisoista; fysiologiset mittaukset olisivat sen sijaan käsitäneet maalivahdin sykkeen ja veren laktaattipitoisuuden seuraamisen. Monesta eri tekijästä johtuen aineisto jäi kuitenkin pieneksi ($n = 2$), eikä sen perusteella voida tehdä kattavia johtopäätöksiä. Tästä huolimatta analyysin fysiologiset löydökset esitetään seuraavassa lyhyesti, ja niiden toivotaan toimivan lähtölaukauksena aiheen kattavammalle tutkimukselle.

Usean eri lajin (jalkapallo, gaelilainen jalkapallo, maahockey, rugby) kenttäpelaajilla otteluintensiteetti on vastannut keskimäärin 80-90 % huippusykkeestä (Stone & Kilding 2009). Salibandyssä kenttäpelaajien ottelun keskisykkeeksi erätauot pois lukien on naispelaajilla mitattu 78 ± 5 % HR_{max} (Tikkanen 2014), sekä miespelaajilla 70 % HR_{max} alkulämmittelyn sekä erätauot mukaan lukien (Kainulainen 2015). Tämän tutkimuksen otteluissa, joissa maalivahtien sykedata taltioitiin ($n = 2$), ottelunaikainen keskisyke erätauoineen vastasi 76 % ja 82 % maalivahdin ottelunaikaisesta huippusykkeestä (HR_{peak}). Kilpivaaran (2012) aineistoa tarkasteltaessa jääkiekkomaalivahtien ottelunaikainen absoluuttinen keskisyke (149 bpm) on mahdollista suhteuttaa arvioituun maksimisykkeeseen kaavan $HR_{max} = 220 - \text{ikä}$ avulla, jolloin suhteelliseksi lukemaksi muodostuu erätauoineen 75 % HR_{max} .

Erien päätyttyä maalivahdeilta mitatut laktaatit olivat 1. erän jälkeen 2.1 ja 3.6 mmol/l, 2. erän jälkeen 2.2 ja 4.8 mmol/l sekä 3. erän jälkeen 3.2 ja 2.2 mmol/l. Kilpivaaran (2012) omassa Pro Gradu -tutkielmassaan testaamalla jääkiekkomaalivahdeilla vastaaviksi arvoiksi muodostuivat 2.70 ± 0.95 mmol/l, 2.43 ± 0.95 mmol/l ja 2.21 ± 1.16 mmol/l. Niin Kilpivaaran (2012) tutkimuksessa kuin tämän 'pika-analyysin' yhteydessä mitatut laktaatit tukevat perusoletusta, että salibandyottelun vaihtelevan intensiteetin seurauksena syntynyt laktaatti ehditään yleensä

käsitellä rauhallisempien jaksojen aikana, jolloin veren laktaattipitoisuudet nouse salibandy-maalivahdeilla järkevästi (Korsman & Mustonen 2011, 122). Salibandyottelun kuormittavuus suhteessa maalivahtien pelipaikkaan vaatii lisätutkimusta, jossa tarkasteltavia muuttujia voisivat olla muun muassa niin syke- kuin laktaattiarvot.

Johtopäätökset ja käytännön sovellutukset. Mies- ja naismaalivahtien antropometristen ominaisuuksien ja fyysisen suorituskyvyn eri osa-alueiden välillä havaittiin sukupuolittain ilmeneviä eroavaisuuksia: erot olivat tilastollisesti merkitseviä tai erittäin merkitseviä muun muassa T-Drill -ketteryydestä ($p < 0.05$), EKH-testissä ($p < 0.005$), maksimaalisessa isometrisessä vartalon ojennustestissä ($p < 0.05$) ja VO_{2max} -testissä ($p < 0.005$). Muun muassa Pohjanvirtaan (2016) nojautuvien oletusten vastaisesti maalivahdin sukupuoli tai ikä ei kuitenkaan tässä aineistossa ollut yhteydessä maalivahdin testituloksiin monivalintaisessa reaktioaikatestissä. Maalivahdin torjuntaprosentin ja maalivahdin tason, kokemuksen tai runkosarjassa pelattujen otteluiden lukumäärän välillä ei havaittu yhteyttä. Naisilla pienempi kehonpaino ($r = 0.985$, $p < 0.05$) ja miehillä korkeampi FFM ($r = 0.914$, $p < 0.05$) olivat sen sijaan tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä korkeampaan runkosarjan torjuntaprosenttiin. Miehillä ASHR ($r = -0.909$, $p < 0.05$) ja naisilla kehonpainoon suhteutettu VO_{2max} ($r = -0.950$, $p < 0.05$) olivat tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä runkosarjassa päästettyjen maalien lukumäärään.

Ottaen huomioon mittausten tiiviin ajoittumisen suhteessa Kainulaisen (2015) ja Virtasen (2016) raportoimiin ajanjaksoihin, ovat tutkittavat hyvin todennäköisesti olleet samanarvoisessa asemassa tarkasteltaessa mittausten ajoittumista suhteessa runkosarjaan. Toisaalta mittausten ajoituksessa suhteessa testauspäivään oli eroja tutkittavien välillä, mikä on Venteriin (2012) viitaten saattanut eriarvoistaa tutkittavien asemaa. Tässä tutkimuksessa käytetty aineisto ($n = 9$) oli myös varsin pieni, minkä voidaan katsoa heikentävän tutkimustulosten yleistettävyyttä.

Tämän tutkimuksen avulla voidaan pyrkiä määrittämään salibandymaalivahdin harjoittelun painopistealueita, jotka perustuvat tietämykseen lajin vaatimuksista. Tutkimus tuottaa tietoa myös siitä, millaisilla ominaisuuksilla lajin kansallisella tasolla on mahdollista kilpailla, ja mitkä ominaisuudet ovat mahdollisesti yhteydessä tällä tasolla menestymiseen. Olisi kuitenkin toivottavaa, että niin pelianalyysin, fysiologian, psykologian kuin biomekaniikan saralla

toteutettaisiin salibandymaalivahteihin keskittyntä, korkeatasoista lisätutkimusta. Tässä asemassa käytetyt testit eivät välttämättä olleet päteviä maalivahdin suorituskykyisyyden mittaajia, joten lisätutkimusta suoritettaessa valitun testistön spesifisyys ja validius tulee arvioida uudelleen. Aineisto tulisi myös pyrkiä rakentamaan siten, että se sisältäisi tutkimushetkellä kansainvälisellä tasolla kilpailevia maalivahteja, jolloin salibandyn maalivahtipelin vaatimuksista on mahdollista saada luotettavampi kuva (Luhtanen 2004, 12). Lisäksi aineisto voisi sisältää sekä maalivahteja että kenttäpelaajia pelipaikkakohtaisten erojen selvittämiseksi.

LÄHTEET

- Ahtiainen, J. & Häkkinen, K. 2007. Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen. Teoksessa K.L. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. 2. uudistettu painos. Tampere: Tammerprint Oy, 125-194.
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L. & Bahr, R. 2004. Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 36 (2), 278-285.
- Beardsley, C., Hons, M., A. & Contreras, B. 2014. The Functional Movement Screen: A Review. *Strength and Conditioning Journal* 36 (5), 72-80.
- Cockun, B., Kocak, S. & Saritac, N. 2014. The comparison of reaction times of karate athletes according to age, gender and status. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science* 14, 97-101.
- Conconi, F., Grazi, G., Casoni, I., Guglielmini, C., Borsetto, C., Ballarin, E., Mazzoni, G., Patracchini, M. & Manfredini, F. 1996. The Conconi test: methodology after 12 years of application. *International Journal of Sports Medicine* 17 (7), 509-519.
- Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B., J. & Voight, M. 2014. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function – part I. *The International Journal of Sports Physical Therapy* 9 (3), 396-409.
- Cuchna, J., W., Hoch, M., C. & Hoch, J., M. 2016. The interrater and intrarater reliability of the functional movement screen: A systematic review with meta-analysis. *Physical Therapy in Sport* 19, 57-65.
- Davis, J., A., Brewer, J. & Atkin, D. 1992. Pre-season physiological characteristics of English First and Second Division soccer players. *Journal of Sports Sciences* 10 (6), 541-547.
- Deurenberg, P., Weststrate, J., A. & Seidell, J., C. 1991. *British Journal of Nutrition* 65, 105-114.
- Durnin, J. V. & Rahaman, M. M. 1967. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *British Journal of Nutrition* 21 (3), 681-689.
- Durocher, J., J., Guisfredi, A., J., Leetun, D., T. & Carter, J., R. 2010. Comparison of on-ice and off-ice graded exercise testing in collegiate hockey players. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism* 35 (1), 35-39.

- Duz, S., Kocak, M. & Korkusuz, F. 2009. Evaluation of body composition using three different methods compared to dual-energy X-ray absorptiometry. *European Journal of Sport Science* 9 (3), 181-190.
- Eerikkilä. 2017. Oheispalvelut – testauspalvelut urheilijoille. Viitattu 30.1.2017. <https://www.eerikkila.fi/tietoa-eerikkilasta/oheispalvelut/testauspalvelut-urheilijoille/>
- Enoka, R. 2008. *Neuromechanics of human movement*. 4th edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Eriksen, L., Tolstrup, J., L., Larsen, S., Grønbæk, M. & Helge, J., W. 2014. A maximal cycle test with good validity and high repeatability in adults of all ages. *International Journal of Sports Medicine* 35, 1184-1189.
- Fogelholm, M. & W. M. van Lichtenbelt. 1997. Comparison of body composition methods: a literature analysis. *European Journal of Clinical Nutrition* 51, 495-503.
- Fogelholm, M. 2007. Antropometriset ja kehon koostumusta kuvaavat mittaukset. Teoksessa K. L. Keskinen, K. Häkkinen ja M. Kallinen (toim.) *Kuntotestauksen käsikirja*. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura, 45-50.
- Frost, D., M., Beach, T., A., C., Callaghan, J., P. & McGill, S., M. 2015. FMS scores change with performers' knowledge on the grading criteria – are general whole-body movement screens capturing 'dysfunction'? *Journal of Strength and Conditioning Research* 29 (11), 3037-3044.
- Geithner, C., A., Lee, A., M. & Bracko, M., R. 2006. Physical and performance differences among forwards, defensemen and goalies in elite women's ice hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research* 20 (3), 500-505.
- Hernández-Davó, J., L. & Sabido, R. 2014. Rate of force development: reliability, improvements and influence on performance. A review. *European Journal of Human Movement* 33, 46-69.
- Hinrichs, T., Franke, J., Voss, S., Bloch, W., Schänser, W. & Platen, W. 2010. Total hemoglobin mass, iron status, and endurance capacity in elite field hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24 (3), 629-638.
- Johne, M., Poliszczuk, T., Poliszczuk, D. & Browska -Perzyna, A. 2013. Asymmetry of complex reaction time in female épée fencers of different sports classes. *Polish Journal of Sport & Tourism* 20, 25-29.

- Justin, I., Vuleta, D., Pori, P., Kajtna, T. & Pori, M. 2013. Are taller handball goalkeepers better? Certain characteristics and abilities of Slovenian male athletes. *Kinesiology* 45 (2), 252-261.
- Ihme, J., & Stütze, A. 2012. Salibandyn maalivahtipeli – maalivahtipelin analyysi vuoden 2010 MM-kilpailuista. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden laitos. Pro Gradu -tutkielma.
- Kainulainen, J. 2015. Salibandypelaajan suorituskykyprofiili ja muutokset sarjakauden aikana. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Pro Gradu -tutkielma.
- Karcher, C. & Buccheit, M. 2014. On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports Medicine* 44, 797-814.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H. & Costill, D. L. 2012. *Physiology of Sport and Exercise*. 5. painos. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Keskinen, O., P., Mänttari, A., Aunola, S. & Keskinen, K., L. 2007a. Aerobisen kestävyuden arviointimenetelmät. Teoksessa K. L. Keskinen, K. Häkkinen ja M. Kallinen (toim.) *Kuntotestauksen käsikirja*. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura, 78-80.
- Keskinen, O., P., Mänttari, A., Aunola, S. & Keskinen, K., L. 2007b. Maksimaalisen hapenkulutuksen arviointimenetelmien luotettavuus ja tarkkuus. Teoksessa K. L. Keskinen, K. Häkkinen ja M. Kallinen (toim.) *Kuntotestauksen käsikirja*. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura, 81-82.
- Kilpivaara, P. 2012. Ice hockey goaltending: physiological loading and game analysis. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Pro Gradu -tutkielma.
- Kitano, T., Kitano, N., Inomoto, T. & Futatsuka, M. 2001. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology* 47 (2), 122-125.
- Korsman, J. & Mustonen, J. 2011. *Salibandyn käsikirja*. Kuopio: Unipress.
- Lindström, S. & Korpela, J. 1998. *Maalivahti-yksilö-joukkue: Jalkapallomaalivahdin kasvataminen*. Pieksämäki: Kirjapaino Raamattutalo Oy.
- Lohman, T., G. 1981. Skinfoldand body density and their relationship to body fatness: A review. *Human Biology* 53, 181-225.
- Luhtanen, P. 1993. *Kaukalopallovalmennus*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Luhtanen, P. 2004. *Jalkapallovalmennus*. Helsinki: Edita Prima Oy.

- Maffiuletti, N., Aagaard, P., Blazevich, A., J., Folland, J., Tillin, N. & Duchateau, J. 2016. Rate of force development: physiological and methodological considerations. *European Journal of Applied Physiology* 116, 1091-1116.
- Manari, D.; Manara, M.; Zurini, A.; Tortorella, G.; Vaccarezza, M.; Prandelli, N.; Ancelotti, D.; Vitale, M.; Mirandola, P.; Galli, D. VO and VO₂: athletic performance and field role of elite soccer players. 2016. *Sports Sciences for Health* 12 (2), 221-227.
- McArdle, W., D., Katch, F., I. & Katch, V. L. 2015. *Exercise Physiology – Nutrition, Energy and Human Performance*. 8. painos. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Mero, A. & Helimäki, E. Taktikka. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, K. L. Keskinen ja K. Häkkinen (toim.) *Urheilvalmennus*. 2. painos. Lahti: VK Kustannus Oy, 371-376.
- Mero, A. & Holopainen, M. 2007. Notkeus. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, K. L. Keskinen ja K. Häkkinen (toim.) *Urheilvalmennus*. 2. painos. Lahti: VK Kustannus Oy, 364-369.
- Mero, A., Peltola, E. & Saarela, J. 1987. Nopeus- ja nopeuskestävyys harjoittelu.
- Milanovic, D., Vuleta, D. & Sisic, A. 2012. Comparative analysis of morphological characteristics of goalkeepers in football and handball. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine* 1, 5-9.
- Mikkola, R. 1987. Maalinteko. Suomen Jääkiekkoliitto.
- Noonan, B., C. 2010. Intragame blood-lactate values during ice hockey and their relationships to commonly used hockey testing protocols. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24 (9), 2290-2295.
- Nummela, A. 2007. Aerobisen kestävyuden suorat mittausmenetelmät. Teoksessa K. L. Keskinen, K. Häkkinen ja M. Kallinen (toim.) *Kuntotestauksen käsikirja*. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura, 64-78.
- Näckel, I. 2004. Kohti erinomaista maalivahtipeliä: Maalivahtivalmentajan opas. Tampere: Digital & Offset Kirjapaino.
- Paavilainen, A. 2007. Special situations and goalkeeping. Helsinki: International Floorball Federation.
- Pauole, K., Madole, K., Garhammer, J., Lacourse, M. & Rozenek, R. 2000. Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power and leg speed in college-aged men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 14 (4), 443-450.

- Penttinen, K. 1995. Maalivahtivalmennus. Teoksessa K. Penttinen (toim.) Taitoa ja taktiikkaa – Kaukalopallon valmennustietoa seuratoimintaan. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy, 65-75.
- Pohjanvirta, V., V. 2016. Alkuverryttelyn vaikutukset jääkiekkomaalivahdin reaktio- ja liike-aikaan. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Kandidaatintutkielma. Julkaistu urheilututkimukset.fi -sivuilla.
- Pollock, M., L., Schmidt, D., H. & Jackson, A., S. 1980. Measurement of cardiorespiratory fitness and body composition in the clinical setting. *Complementary Therapies in Medicine* 6, 12-27.
- Reeves, S., L., Varakamin, C. & Henry, C., J. 1996. The relationship between arm-span measurement and height with special reference to gender and ethnicity. Abstract. *European Journal of Clinical Nutrition* 50 (6), 398-400.
- Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J., M. & González-Badillo, J., J. 2017. Traditional vs. sport-specific vertical jump tests: reliability, validity and relationship with the leg strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 31 (1), 196-206.
- Ross, R., M. & Jackson, A., S. 1990. Exercise concepts, calculations & computer applications. Carmel, Indiana: Benchmark Press, Inc.
- Sahaly, R., Vandewalle, H., Driss, T. & Monod, H. 2001. Maximal voluntary force and rate of force development in humans – importance of instruction. *European Journal of Applied Physiology* 85 (3), 345-350.
- Salmela, J., H. & Fiorito, P. 1979. Visual cues in ice hockey goaltending. Abstract. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences* 4 (1), 56-59.
- Salovey, P. & Mayer, J., D. 1990. Emotional intelligence. *Imagination, Cognition and Personality* 9 (3), 185-211.
- Sayers, M. 2000. Running Techniques for Field Sport Players. *Sports Coach* 23 (1), 26-27.
- Shvartz, E. & Reibold, R. C. 1990. Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 years: a review. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 61 (1), 3-11.
- Semenick, D. 1990. Tests and measurements: the T-test. *National Strength and Conditioning Association Journal* 12 (1), 36-37.

- Semjon, M., Botek, M., Svozil, Z. & McKune, A. 2016. Positional differences in the cardiorespiratory, autonomic, and somatic profiles of professional soccer players. *Acta Gymnica* 46 (2), 90-96.
- SSBL 2017. Tulospalvelu. <http://floorball.fi/tulokset/#/paivanpelit>.
- Stanula, A. & Rocznik, R. 2014. Game intensity analysis of elite adolescent ice hockey players. *Journal of Human Kinetics* 44, 211-221.
- Stone, L., M. & Kilding, A., E. 2009. Aerobic Conditioning for Team Sport Athletes. *Sports Medicine* 39 (8), 615-642.
- Tikkanen, A. 2014. Naisten SM- tason salibanbyottelun fyysinen kuormittavuus. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Kandidaatintutkielma.
- Twist, P. & Rhodes, T. 1993. The Bioenergetic and Physiological Demands of Ice Hockey. *National Strength and Conditioning Association Journal* 15 (5), 68-70.
- Venter, R., E. 2012. Role of sleeping performance and recovery of athletes: A review article. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation* 34 (1), 167-184.
- Vescovi, J., D., Murray, T., M. & VanHeest, J., M. 2006. Positional Performance Profiling of Elite Ice Hockey Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 1, 84-94.
- Vila, H., Machado, C., Rodriguez, N., Abalades, J., A., Alcaraz, P., E. & Ferragut, C. 2012. Anthropometric profile, vertical jump, and throwing velocity in elite female handball players by playing positions. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26 (8), 2146-2155.
- Virtanen, M. 2016. Muutokset naissalibandypelaajien voima- ja nopeusominaisuuksissa kilpailukauden aikana. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Kandidaatintutkielma. Julkaistu urheilututkimukset.fi -sivuilla.
- Visnapuu, M., Jürimäe, T., Jürimäe, J. & Allikivi, P. 2011. Relationship between high-level young handball goalkeepers' playing characteristics and body composition. F. Taborsky (Ed.) *EHF Scientific Conference – Science and Analytical Expertise in Handball (Scientific and Practical Approaches)*. Vienna: European Handball Federation.
- Wagner, D., R. & Heyward, V., H. 1999. Techniques of Body Composition Assessment: A Review of Laboratory and Field Methods. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 70 (2), 135-149.

- Welford, A. T. 1980. Relationships Between Reaction Time and Fatigue, Stress, Age and Sex. Teoksessa A. T. Welford (toim) Reaction Times. London, NWI: Academic Press Inc, 321-354.
- Ziv, G. & Lidor, R. 2011. Physical characteristics, physiological attributes, and on-field performances of soccer goalkeepers. International Journal of Sports Physiology and Performance 6, 509-524.