

TAEKWON-DO URHEILIJAPROFIILI

Tapaustutkimus Taekwon-Don vuoden 2015 MM-hopeamitalistin
fyysisistä ominaisuuksista

Pätsi Julia

Opinnäytetyö
Terveys- ja liikunta-ala
Liikunnan ja vapaa-ajan koulutusohjelma
Liikunnanohjaaja (AMK)

2016

Liikunta- ja terveystieteiden
Liikunnan ja vapaa-ajan koulutusohjelma
Liikunnanohjaaja (AMK)

Tekijä	Julia Pätsi	Vuosi	2016
Ohjaaja	Petteri Pohja		
Toimeksiantaja	Suomen ITF Taekwon-Do Ry		
Työn nimi	Taekwon-Do urheilijaprofiili – tapaustutkimus vuoden 2015 MM-hopeamitalistin fyysisistä ominaisuuksista		
Sivu- ja liitesivumäärä	66		

Tämä opinnäytetyö on kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä hyödyntävä tapaustutkimus, jonka tarkoituksena oli luoda urheilijaprofiili Taekwon-Don vuoden 2015 MM-hopeamitalistin fyysisten ominaisuuksien pohjalta. Työn tilaajana toimii Suomen ITF Taekwon-Do Ry. Työn tavoitteena oli kartoittaa urheilijan fyysiset ominaisuudet ja verrata näitä Taekwon-Dossa ja muissa kamppailulajeissa huipulla kilpaileviin urheilijoihin. Tutkimuksen tarkoituksena oli tuottaa urheilijalle materiaalia tämän fyysisten ominaisuuksien tasosta ja auttaa siten harjoittelun suunnittelussa ja ohjelmoinnissa. Profiilin tarkoituksena on tukea urheilijaa saavuttamaan tavoitteensa maailmanmestaruudesta alle 57 kilogrammaisten ottelularjassa.

Tutkimuksessa mitattiin urheilijan kestävyyttä, voimantuottoa, nopeutta, ketteryyttä, liikkuvuutta ja kehonkoostumusta. Näiden lisäksi ottelunaikaista kuormitusta arvioitiin mittaamalla urheilijan sykearvot ja laktaattipitoisuudet simuloitussa ottelutilanteessa. Teoriataustana työssä käytettiin alan kirjallisuutta sekä tuoreimpia tutkimustuloksia Taekwon-Dossa ja muista kamppailulajeista.

Tutkimustulosten perusteella urheilijan ketteryys-, nopeus- ja voimantuotto-ominaisuudet olivat poikkeuksellisen hyvät verrattuna aiempiin Taekwon-Dossa saatuihin tutkimustuloksiin. Kehonkoostumusmittausten tuloksena urheilijan painoindeksi oli tyypillinen Taekwon-Do-ottelijalle. Rasvaprosentti oli kamppailulajin urheilijalle tyypilliseen tapaan hyvin alhainen. Urheilijan liikkuvuus oli yleisten vertailutaulukkojen perusteella keskitason yläpuolella.

Ottelusimulaatiossa mitatut syke- ja laktaattiarvot kohosivat hyvin korkeiksi (syke 205, La 17,7 mmol/l). Juoksumattotestin tulosten perusteella urheilija hyötyisi peruskunnon kehittämisestä ja aerobisen ja anaerobisen kynnyksen nostamisesta. Testien perusteella urheilijan fyysiset ominaisuudet olivat suhteellisen tasaiset, eikä testatuista ominaisuuksista löytynyt selkeitä heikkouksia. Tulosten perusteella voitaisiin olettaa tämän urheilijan hyötyvän tällä hetkellä fyysisten ominaisuuksien kehittämisen sijaan enemmän psyykkisten ja taktisten taitojen harjoittelusta.

Avainsanat

Taekwon-Do, urheilijaprofiili, urheilija-analyysi

School of Health Care and Sports
Degree Programme of Sports and
Health

Author	Julia Pätsi	Year	2016
Supervisor	Petteri Pohja		
Commissioned by	ITF Taekwon-Do Finland		
Subject of thesis	Taekwon-Do Athlete Profile – a Case Study of 2015 World Championship Silver Medallist's Physical Attributes		
Number of pages	66		

The purpose of this thesis was to create a physical athlete profile of the silver medallist in ITF Taekwon-Do World Championship 2015. This study is commissioned by ITF Taekwon-Do Finland. The aim of this study was to survey the athlete's physical attributes and compare these with other Taekwon-Do and martial art research results. The purpose of the study was to assist the athlete to develop his training and programming by generating data of his current physical attributes. The purpose of the profile was to help the athlete to achieve his goal of being the world champion in sparring at minus 57 kilogram category.

The physical attributes measured in this study were endurance, strength and power, speed, agility, flexibility and body composition. The load of the match was also evaluated by measuring heart rate and blood lactate concentration in a simulated Taekwon-Do competition match. The theoretical background of this study is mainly based on sports literature and the latest research of Taekwon-Do and other martial arts.

The measurements showed that the athletes speed, agility, power and strength attributes were on a high level compared to other Taekwon-Do studies. The body composition measurement showed that the athlete's body mass index was typical for a Taekwon-Do fighter. The body fat percentage was very low which is typical for a combat sport and Taekwon-Do fighter. The athlete's flexibility was on a good level compared with Finnish population. Training aerobic and anaerobic threshold would be beneficial for this athlete. The heart rate and blood lactate concentration raised very high during sparring (bpm 205, La 17.7 mmol/l).

The study presented the athlete's physical attributes to be mostly very good for a Taekwon-Do fighter. The physical attributes seemed to be very balanced and not clear weaknesses were found. These results suggest that for this athlete psychical and tactical training might be more essential to achieve the athlete's goals.

Key words Taekwon-Do, athlete profile, athlete analysis

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TAEKWON-DO-OTTELUN LAJIANALYYSI	8
2.1	Taekwon-Do lajina	8
2.2	Taekwon-Do-ottelu	9
2.3	Taekwon-Don vaatimat fyysiset ominaisuudet.....	10
2.3.1	Kestävyys.....	10
2.3.2	Nopeus ja ketteryys.....	13
2.3.3	Liikkuvuus	15
2.3.4	Voima.....	17
2.3.5	Fysiologinen profiili.....	19
3	TUTKIMUKSEN TEKEMINEN	22
3.1	Taustat.....	22
3.2	Tutkimuskysymykset.....	23
3.3	Käytetyt testit ja testimenetelmät	23
3.3.1	Käytetyt testit.....	23
3.3.2	Kestävyyden mittaaminen	24
3.3.3	Ottelun kuormittavuuden arviointi	25
3.3.4	Nopeuden ja ketteryyden mittaaminen	26
3.3.5	Voimantuottokyvyn mittaaminen.....	28
3.3.6	Liikkuvuuden mittaaminen	31
3.3.7	Kehonkoostumuksen mittaaminen	32
4	TUTKIMUSTULOKSET, ANALYSOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET	33
4.1	Tutkimustulokset.....	33
4.2	Tutkimustulosten analysointi.....	35
4.2.1	Kestävyys.....	35
4.2.2	Nopeus ja ketteryys.....	39
4.2.3	Liikkuvuus	42
4.2.4	Voimantuotto	43
4.2.5	Kehonkoostumus.....	46
4.2.6	Johtopäätökset ja harjoittelun kehitysehdotukset	47

5	POHDINTA	50
5.1	Opinnäytetyön tavoitteiden saavuttaminen	50
5.2	Tutkimuksen luotettavuus	50
5.3	Tutkimuksen arviointi ja kehitysideat	52
5.4	Jatkotutkimusaiheet	55
5.5	Opinnäytetyö prosessina	56
5.6	Opinnäytetyö oppimiskokemuksena	57
	LÄHTEET	58

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda urheilijaprofiili vuoden 2015 Taekwon-Don miesten alle 57 kilogrammaisten MM-hopeamitalistin fyysisten ominaisuuksien pohjalta. Kyseessä on ensimmäinen suomalainen miespuolinen ottelija, joka on saavuttanut pronssia paremman tuloksen maailmanmestaruuskilpailuissa, eli kyseessä on käytännössä Suomen parhaiten menestynyt miesottelija.

Tavoitteena on muodostaa yksi mahdollinen esimerkki millaisilla fyysisillä ominaisuuksilla ITF Taekwon-Dossa voidaan päästä maailman huipulle. Koska kyseessä on tapaustutkimus, suoria yleistyksiä ja johtopäätöksiä ei voida tehdä yhden urheilijaprofiilin pohjalta. Sillä kuitenkin saadaan viitteitä mahdollisista menestykseen vaikuttavista fyysisistä ominaisuuksista. Tutkimuksen on tarkoitus olla käytännönläheinen ja toimia urheilijalle työkaluna omien fyysisten ominaisuuksiensa arvioinnissa ja harjoittelun ohjelmoinnissa.

Taekwon-Do on Koreasta lähtöisin oleva itsepuolustuslaji, joka on nykypäivänä saavuttanut suurta suosiota myös urheilulajina. Taekwon-Dossa kilpaillaan viidessä eri osa-alueessa joita ovat ottelu, liikesarjat, voima- ja erikoistekniikkamurkaus sekä näytösottelu. Lajina Taekwon-Do vaatii paljon urheilijan fyysisiltä ominaisuuksilta. Tutkimusten perusteella kestävyydellä, nopeudella, ketteryydellä, voimalla, koordinaatiolla, kehonhallinnalla, liikkuvuudella ja kehonkoostumuksella on kaikilla merkittävä vaikutus suorituskyykyyn Taekwon-Dossa (Kim, Chung & Lee 1999, 22 – 26; Sadowski, Gierczuk, Miller, Cieśliński & Buszta 2012, 48).

On huomioitava, että urheilijan fyysiset ominaisuudet eivät ole ainoita menestykseen vaikuttavia tekijöitä. Näiden lisäksi merkittävässä roolissa ovat myös lajitekniset ja -taktiset taidot sekä psyykkiset ominaisuudet. (Kim, Chung & Lee 1999, 30) Tämä opinnäytetyö rajautuu kuitenkin tarkastelemaan urheilijan fyysisiä ominaisuuksia ja vertaamaan niitä lajissa aiemmin saatuihin tutkimustuloksiin.

Työn tutkimuksellisessa osuudessa testataan urheilijan maksimaalista aerobista kestävyyttä, nopeutta, ketteryyttä, maksimaalista voimantuottokykyä, räjähtävää voimantuottokykyä, liikkuvuutta ja kehonkoostumusta. Näiden testien lisäksi ottelun kuormittavuutta arvioidaan ottelunaikaisella syke- ja laktaattimittauksella. Lähteenä opinnäytetyössä käytetään sekä suomalaista, että ulkomaanlaista alan kirjallisuutta, joista suurin osa koostuu englanninkielisistä Taekwon-Doon, ja muihin kamppailulajeihin liittyvistä tutkimuksista.

Avainsanat: Taekwon-Do, urheilija-analyysi, urheilijaprofiili

2 TAEKWON-DO-OTTELUN LAJIANALYYSI

2.1 Taekwon-Do lajina

Taekwon-Do on Koreasta lähtöisin oleva itsepuolustus- ja kamppailulaji, josta on nykypäivänä kehittynyt myös suosittu urheilulaji. Vapaasti suomennettuna Taekwon-Do tarkoittaa 'jalan ja käden tietä'. Ensimmäinen tavu 'Tae' tarkoittaa jalkaa tai jalalla suoritettavaa tekniikkaa. Toinen tavu 'kwon' tarkoittaa nyrkkiä, kättä tai kädellä suoritettavaa tekniikkaa. Loppuosa 'Do' tarkoittaa tietä, ajatusta tai tapaa ajatella ja tehdä, joka kuvastaa lajissa vahvasti mukana olevaa filosofista puolta. (Suomen ITF Taekwon-Do ry 2016)

Taekwon-Do on saanut vaikutteita useista muinaisista korealaisista, japanilaisista sekä kiinalaisista taistelulajeista. Näistä lajeista yhdistellen ja muokkaillen, sekä nykytieteen biomekaanisia ja voimantuottollisia periaatteita hyödyntäen Taekwon-Don tekniikat ovat kehittyneet nykyiseen muotoonsa. Lajin kehittäjänä ja isänä pidetään Korean armeijan kenraali Choi Hong Hi:tä, 9.Dan (1918–2002). Hän nimesi lajin Taekwon-Doksi ja nimi virallistettiin 11.4.1955. (Suomen ITF Taekwon-Do ry 2016; Choi 1999.)

Taekwon-Don harjoittelu jaetaan tyypillisesti viiteen pääosa-alueeseen, joita ovat perustekniikka, liikesarjat, ottelu, murskaus- ja kovetusharjoitteet sekä itsepuolustus. Kilpailulajeina ovat ottelu, liikesarja, voima- ja erikoistekniikkamurskaus sekä näytösottelu. (Suomen ITF Taekwon-Do ry 2016.) Tämä opin- näytetyö syvennyy käsittelemään ottelua, painottuen nimenomaan sen kilpailulliseen puoleen fyysisten ominaisuuksien näkökulmasta.

Taekwon-Dossa on kaksi suurempaa liittoa, WTF ja ITF Taekwon-Do, jotka poikkeavat toisistaan hieman ottelutavaltaan ja säännöiltään. Suurin osa Taekwon-Doon liittyvistä tutkimuksista on tehty WTF -tyylisuunnan Taekwondosta. Tässä opinnäytetyössä tulen käyttämään kummankin liiton tutkimustuloksia, minkä vuoksi lajin nimi esiintyy tekstissä kahdella eri tavalla kirjoitettuna (WTF Taekwondo ja ITF Taekwon-Do) riippuen kumman liiton tutkimukseen kulloinkin viitataan.

2.2 Taekwon-Do-ottelu

ITF Taekwon-Do-ottelussa noudatetaan light contact -ottelusääntöjä. Näiden sääntöjen mukaisesti pisteiden saamiseksi hyökkäyksien on oltava dynaamisia, ja ne tulee suorittaa riittävällä voimalla ja nopeudella. Lisäksi niiden tulee olla tarkkoja ja tarkoituksenmukaisia. Osumien tulee olla kontrolloituja, ja vastustajalle vahingon tuottamisen sijaan osumilla pyritään saamaan pisteitä. Ottelu ei ole tyrmäyshakuista, vaan enemmän pisteitä kerännyt ottelija voittaa. (International Taekwon-Do Federation 2013, 13.)

Pistealueena ottelussa toimivat vatsa, rinta, kyljet ja pään etupuoli. Selän puolelle tai jalkoihin kohdistuvat hyökkäykset ovat kiellettyjä. Pisteitä ottelun aikana jaetaan lyönneistä päähän tai vartaloon (1 piste), potkusta vartaloon (2 pistettä) ja potkusta päähän (3 pistettä). (International Taekwon-Do Federation 2013, 13.)

Kehän koko on kansainvälisissä otteluissa yhdeksän kertaa yhdeksän metriä. Ottelun kesto on kaksi kertaa kaksi (2 x 2 min) minuuttia, joiden välissä on yhden minuutin mittainen erätauko. Mikäli pisteet ovat tasan ottelun päättyessä, voittaja selvitetään yhden minuutin mittaisella jatkoerällä. Mikäli pisteet ovat tasan vielä kolmannen erän jälkeen, siirrytään niin sanottuun ”äkkikuolema” -erään, eli ensimmäisenä pisteen saanut ottelija voittaa. (International Taekwon-Do Federation 2013, 13.)

Arvokisoissa ottelut käydään aina toisen kilpailijan voittoon saakka, sillä kilpailuissa noudatetaan pyramidi/cup-järjestelmää, eli vain voittaja jatkaa seuraavalle kierrokselle. Kehätuomarin tehtävänä on tarkkailla ottelun kulkua, antaa varoituksia tai pistevähennyksiä rikkomuksista, sekä julistaa ottelun voittaja kulma- tuomareiden antamien pisteiden perusteella ottelun päätyttyä. (International Taekwon-Do Federation 2013, 1.)

Varoituksia ottelija voi saada liian kovasta tai hallitsemattomasta kontaktista, pistealueen ulkopuolelle hyökkäämisestä, kehän rajojen ylittämisestä, selänkäänöstä, kaatumisesta, ottelun välttelemisestä, tuulettamisesta, yrityksestä vaikuttaa tuomareihin, loukkaantuneen näyttelemisestä, väärällä osu- alueella hyökkäyksestä tai varusteiden korjauksesta ilman tuomarin lupaa. Mii-

nuspisteitä kilpailijalle voidaan antaa liian kovasta kontaktista, kaatuneeseen vastustajaan kohdistuvasta hyökkäyksestä, jalkapyyhkäisystä, kiinnipitamisestä tai sitomisesta, tai tarkoituksellisesta hyökkäyksestä osuma-alueen ulkopuolelle. (International Taekwon-Do Federation 2013, 13 – 14.)

Pakollisina varusteina Taekwon-Do-ottelussa ovat kisajärjestäjien hyväksymän Taekwon-Dopuvun ja -vyön lisäksi joko punaiset tai siniset otteluhanskat ja -jalkasuojat, kypärä, hammassuojat sekä miehillä alasuojat. Tämän lisäksi vapaaehtoisina varusteina ovat säärisuojat ja naisilla rintasuojat. (International Taekwon-Do Federation 2013, 2 – 3.)

Taekwon-Dosta löytyy enemmän tutkittua tietoa WTF -liiton Taekwondon puolelta. Nämä kaksi tyylisuuntaa poikkeavat toisistaan hieman säännöiltään ja täten myös ottelutavaltaan. WTF Taekwondossa pisteet hankitaan pääasiassa potkuilla, sillä päähän kohdistuvat lyönnit eivät ole tämän liiton ottelussa sallittuja. (Kazemi, Waalen, Morgan & White 2006.) Potkuja on eriarvoisia, ja selän kautta pyrähtävistä potkuista saa enemmän pisteitä (World Taekwondo Federation 2015, 24). WTF Taekwondossa noudatetaan full contact -sääntöjä ITF Taekwon-Don kontrolloidun kontaktin sijaan. Tämän lisäksi eriä on kahden sijasta kolme kahden minuutin erää, joiden jokaisen välissä on minuutin mittaiset erätauot. (World Taekwondo Federation 2015, 17.) Näistä eroavaisuuksista huolimatta ottelun luonne ja liikkuminen ovat kuitenkin samankaltaisia, joten tutkimustuloksia voidaan harkiten soveltaa ITF Taekwon-Doon.

2.3 Taekwon-Don vaatimat fyysiset ominaisuudet

2.3.1 Kestävyys

Kestävyys rakentuu lajista riippumatta maksimaalisesta hapenottokyvystä, lihasten energiavarastoiden koosta, aerobisesta ja anaerobisesta kynnystehosta, hermolihasjärjestelmän voimantuottokyvystä sekä suorituksen taloudellisuudesta (Nummela, Keskinen, Vuorimaa 2007, 333). Näiden osatekijöiden keskinäinen painoarvo vaihtelee lajin luonteen mukaan riippuen suoritustehosta, teknisestä haastavuudesta, sekä siitä, onko kyseessä yhtäjaksoinen vai intervallisuoritus. (Bompa & Haff 2009, 287.)

Kestävyys on lähestulkoon kaikissa urheilulajeissa välttämätön ominaisuus hyvän suorituksen aikaansaamiseksi, mutta tarvittava kestävyiden tyyppi vaihtelee urheilulajin mukaan. Tästä syystä on tärkeää ymmärtää millaista kestävyyttä lajisuoritus vaatii. (Bompa & Haff 2009, 287.) Kestävyysuorituskyky on aina lajispesifinen, joten optimaalisen siirtovaikutuksen aikaansaamiseksi kestävyyttä tulisi harjoittaa mahdollisimman lajinomaisella tavalla, käyttäen samoja lihasryhmiä ja lihastyömuotoja kuin lajisuorituksessa. (Nummela, Keskinen & Vuori-
maa 2007, 333.)

Heller ym. (1998) Tšekin maajoukkueen Taekwon-Do-ottelijoille tehdyssä kenttätutkimuksessa havaittiin, että keskimääräisesti vain noin 15 – 17 prosenttia ottelun kokonaisajasta ottelijat olivat kontaktitilanteissa, kun taas noin 50 – 57 prosenttia ajasta kuluu liikkumiseen ja oman hyökkäyspaikan rakentamiseen. Loput jäljelle jäävästä ajasta koostuu ottelunaikaisista lyhyistä keskeytyksistä, kuten tuomarin väliintuloista. Kontaktitilanteet ovat nopeita ja tehoiltaan korkeita. Kyseisen tutkimuksen mukaan ottelun voisi laskea koostuvan epäsäännöllisistä, täysitehoisista 3 – 5 sekunnin mittaisista työjaksoista, joita rytmittävät matalamman intensiteetin jaksot, joiden aikana ottelijat liikkuvat aktiivisesti ja rakentavat omaa hyökkäyspaikkaansa. Näiden työvaiheiden suhde havaittiin tässä tutkimuksessa olevan ottelutyylissä riippuen keskimäärin 1:3 tai 1:4.

Myös WTF Taekwondon puolella on tehty tutkimuksia ottelun intensiivisten kontaktitilanteiden suhteesta matalatehoisempaan liikkumiseen. Kovatehoisten kontaktitilanteiden suhde matalamman intensiteetin jaksoihin on Taekwondossa havaittu vaihtelevan 1:2 ja 1:7 välillä. WTF -liiton aikuisten otteluissa suhdeluvut vaikuttaisivat olevan tyypillisimmin 1:6 ja 1:7 välillä. (Bridge ym. 2011; Campos ym. 2012; Matsushigue ym. 2009; Santos ym. 2011.) Tornello ym. (2013) havaitsivat vastaavan suhdeluvun olleen 13 – 14-vuotiailla nuorilla Taekwondon (WTF) Italian mestaruuskisoissa 1:3. Edeltävien tutkimustulosten perusteella voidaan olettaa ITF tyylisuunnan Taekwon-Do-otteluiden olevan aikuisten sarjoissa intensiteetiltään hieman WTF -otteluita korkeatehoisempia. Tutkimustuloksia vaaditaan kuitenkin enemmän luotettavien johtopäätösten tekemiseksi.

Otteluista mitattujen sykearvojen sekä laktaattikertymien perusteella voidaan todeta Taekwon-Do-ottelun vaativan sekä aerobista, että anaerobista kestävyyt-

tä (Haddad 2014). Chiodo ym. (2011, 337) mittasivat urheilijoiden kuormitusta ottelun aikana Taekwondon Italian mestaruuskilpailuissa ja havaitsivat urheilijoiden työskentelevän anaerobisen energiantuoton alueella (>85% HRmax) noin 90 prosenttia otteluajasta. Myös Heller ym. (1998) havaitsivat urheilijoiden syketasojen nousevan hyvinkin lähelle henkilöiden maksimisykkeitä.

Ottelun jälkeiset laktaattipitoisuudet vaihtelevat Taekwon-Dossa (ITF ja WTF) tehdyissä tutkimuksissa keskiarvoltaan 2,7 ja 12,7 millimoolin litrapitoisuuden välillä (Heller ym. 1998; Matsushigue ym. 2009; Campos ym. 2012; Valenzuela, Lopez, Franchini, Henriquez-Olguin & Munoz 2014, 36; Haddad ym. 2014; Burger-Mendonca, Oliveira, Cardoso, Bielavsky & Azevedo 2015). Hellerin ym. (1998) ITF Taekwon-Do-ottelusta tekemän tutkimuksen mukaan urheilijoiden laktaattipitoisuudet nousivat ottelun aikana yli 80 prosenttiin koehenkilöiden maksimilaktaateista. Kyseinen tutkimus oli ainoa ITF Taekwon-Do-ottelusta käytettävissä ollut tutkimus, joten varmoja johtopäätöksiä tuloksen yleisyydestä ei voida tehdä.

Laktaattitason nousu on vahvasti sidoksissa ottelutyylisiin. Kampailulajeja arvioitaessa hyökkäävässä ottelutyylissä maitohappojen muodostus on pääsääntöisesti puolustavaa runsaampaa (Heinonen 2000, 28 – 29). Voittajien ja häviäjien välillä ei ole Taekwondossa havaittu merkittäviä eroja syketasojen tai laktaattien kertymisen suhteen, ainakaan Matsishiguen ym. (2009) tutkimuksen mukaan. Aiheesta kaivataan kuitenkin lisää tutkimuksellista näyttöä.

Campos ym. (2012) esittävät WTF Taekwondon ottelunaikaisen energiantuoton tapahtuvan pääsääntöisesti aerobisesti (noin 66 ± 6 %). Loput ottelun aikana käytetystä energiasta tuotetaan anaerobisesti (alaktisesti 30 ± 6 % ja laktisesti 4 ± 2 %). Kyseisissä tutkimuksissa ottelun jakautuminen intensiivisten pyrähdysten ja matalatehoisen liikkumisen ja pysäytysten välille tapahtui suhteessa 1:7.

Intensiivisemmässä ottelussa nämä suhdeluvut muuttuvat ja anaerobisen energiantuoton rooli kasvaa. Voidaan siis olettaa ITF Taekwon-Dossa energiantuoton jakautuvan hieman enemmän myös anaerobiselle energiantuotolle kuin edellämainitussa tutkimuksessa. Heller ym. (1998, 248) nostaisivatkin aerobista kestävyyttä merkittävämpään rooliin anaerobisen kapasiteetin, joka mahdollistaa lyhyet, kovatehoiset suoritukset sekä nopean palautumisen näistä pyräh-

dyksistä. Tätä ajatusta tukee myös Chiodon ym. (2011) tutkimus, jossa koehenkilöiden sykearvot olivat 90 prosenttia otteluajasta anaerobisen tehoalueen puolella (>85%HRmax). Myös aiemmin mainitut otteluiden aikana muodostuneet laktaattipitoisuudet puoltavat tätä ajatusta.

Marković, Mišigoj-Duraković & Trninić (2005) listaavat anaerobisen alaktisen tehon olevan tutkimuksensa perusteella yksi merkittävimmistä suoritukseen vaikuttavista tekijöistä Kroatian naisottelijoilla. Alaktiset anaerobiset suoritukset ovat lyhyitä korkeatehoisia suorituksia, joissa laktaatteja ei juuri ehdi kertyä. Näihin lyhyisiin, 3 – 10 sekunnin mittaisiin, kovatehoisiin suorituksiin pääsääntöisenä energianlähteenä toimivat lihasten ATP ja KP varastot. (Nummela 2007, 97 – 98.) Lihasten energiavarastojen koolla, palautumisnopeudella ja laktaatin puskurointikyvyllä on suuri vaikutus kamppailulajeissa. (Heinonen 2000, 28 – 29.)

Vaikka yksimielistä vastausta aerobisen ja anaerobisen energiantuoton suhteen jakautumisesta Taekwondo-ottelussa ei ole, yhteenvetona voidaan tutkimustuloksista todeta ottelun vaativan sekä hyvää aerobista-, että anaerobista kestävyttä. Näiden energiantuottotapojen keskinäinen painoarvo riippuu ottelun intensiteetistä. (Chiodo, Tessitore, Cortis, Lupo & Iona 2011; Haddad 2014.)

Ottelun aikana vaaditaan hyvää anaerobista tehoa ylläpitämään riittävä nopeus korkeaa tehoa vaativissa kontaktitilanteissa. Hyvä aerobinen kestävyys taas mahdollistaa nopean palautumisen näistä kovatehoisista anaerobisista työjaksista matalamman intensiteetin vaiheissa, erätauoilla ja otteluiden välissä (Kazemi, Waalen, Morgan & White 2006). Tämän ominaisuuden merkitys korostuu pitkien kisapäivien aikana, jolloin otteluita on yhden päivän aikana useita. (Bridge ym. 2014, 722.)

2.3.2 Nopeus ja ketteryys

Nopeus on tärkeä ominaisuus useimmissa urheilulajeissa, mutta vaadittu nopeuden tyyppi vaihtelee lajin mukaan. Nopeus jaetaan suomalaisen valmennusopin mukaan tyypillisesti reaktionopeuteen, räjähtävään nopeuteen ja liikumisnopeuteen. (Mero, Jouste & Keränen 2007, 293.)

Reaktionopeudella tarkoitetaan kykyä reagoida mahdollisimman nopeasti ulkoapäin tulevaan ärsykkeeseen. Reaktioajalla tarkoitetaan aikaa, joka urheilijalla kuluu ärsykkeen saamisen ja ensimmäisen siihen vastaavan toiminnan välillä. (Mero ym. 2007, 293.) Kyky reagoida nopeasti etenkin visuaaliseen ärsykkeeseen on tärkeä ominaisuus ottelussa, sillä ottelijan on kyettävä reagoimaan nopeasti vastustajansa liikkeisiin ja hyökkäyksiin. (Chaabene 2015, 4.)

Räjähtävällä nopeudella tarkoitetaan lyhyitä, yksittäisiä ja mahdollisimman nopeita liikkeitä kuten potkut, lyönnit, hyyt ja liikkeellelähdöt. Näitä tapahtuu Taekwon-Dossa ottelun aikana paljon, minkä vuoksi räjähtävän nopeuden merkitys Taekwon-Dossa on suuri. Räjähtävä nopeus on pitkälti riippuvainen henkilön nopeusvoimasta (Mero ym. 2007, 293; Mero, Uusitalo, Hiilloskorpi, Nummela & Häkkinen 2012, 123 – 124).

Liikkumisnopeus tarkoittaa kykyä siirtyä mahdollisimman nopeasti paikasta toiseen (Mero ym. 2007, 293; Mero, Uusitalo, Hiilloskorpi, Nummela & Häkkinen 2012, 123 – 124). Taekwon-Do-ottelussa ei liikuta pitkiä matkoja kerrallaan yhteen suuntaan, joten tämä nopeuden laji ei ole Taekwon-Dossa aivan yhtä merkittävä kuin reaktionopeus ja räjähtävä nopeus.

Tutkimuksessa, jossa mitattiin 30 metrin (miehillä) ja 20 metrin (naisilla) juoksu-aikoja, kuitenkin havaittiin kansainvälisellä tasolla kilpailevien ottelijoiden tulosten olleen kansallisen tason kilpailijoita nopeampia (Bridge, Santos, Chaabene, Pieter & Franchini 2014). Myös Marković ym. (2005) havaitsivat kisoissa menestyvien WTF Taekwondo-ottelijoiden maksimaalisen juoksunopeuden eroavan selkeästi niihin urheilijoihin, jotka eivät olleet saavuttaneet menestystä. Näiden tutkimusten perusteella liikkumisnopeudella näyttäisi olevan yhteys suorituskyykyyn Taekwon-Do-ottelussa. Pikajuoksu koostuu yksittäisistä räjähtävistä maakontakteista, joten juoksunopeus on yhteydessä urheilijan räjähtävään voimantuottokyykyyn ja nopeusvoimaan (Jouste & Mero 2016, 402). Tämä voi olla syy menestyvien Taekwondoitten parempaan juoksunopeuteen.

Nopeuden ohella ketteryys on listattu tärkeäksi ominaisuudeksi Taekwon-Dossa (Marković ym. 2005). Tällä hetkellä urheilutieteessä ei ole täysin yhtenäistä ja yksimielistä määritelmää ketteryydestä. Bomba & Haff (2009, 324 - 325) määrit-

televät sen urheilijan valmiudeksi nopeisiin kiihdytyksiin, pysähdyksiin ja suunnanmuutoksiin, kyeten samalla reagoimaan ulkopuolisiin ärsykkeisiin.

Motorisena taitona ketteryys riippuu henkilön tasapainosta, koordinaatiosta, reaktio- ja liikenopeudesta, nopeusvoimasta, lihastasapainosta ja -kestävyydestä, antropometriasta, nivelten liikkuvuudesta, tekniikasta sekä näiden lisäksi havaintokyvystä ja motivaatiosta suorittaa tehtävä. (Sheppard & Yuong 2005; Arabaci, Görgülü & Çatıkkas 2010; Gabbett & Sheppard 2013, 199; Lahtinen & Rautakorpi 2013.) Ketteryys on siis ominaisuus, joka on hyvin pitkälti riippuvainen muista fyysisistä ominaisuuksista.

Taekwon-Do-ottelussa ei liikuta kerrallaan pitkää matkaa yhteen suuntaan, vaan urheilijan on kyettävä reagoimaan vastustajan liikkeisiin, vaihtamaan liikkeen suuntaa nopeasti, ottamaan lyhyitä räjähtäviä pyrähdyksiä ja suorittamaan potkuja ja lyöntejä myös liikkeestä. Näin ollen ketteryyttä voidaan pitää merkittävänä suorituskykyyn vaikuttavana tekijänä Taekwon-Dossa. Marković ym. (2005) listaavatkin ketteryyden tutkimuksessaan yhdeksi tärkeimmistä ottelumenestykseen vaikuttavista fyysisistä tekijöistä Kroatian kansainvälisen tason naisottelijoilla. Taekwon-Don kaltaisessa lajissa ketteryyttä kehittäessä tulisi korostua nopeat lähdöt ja suunnanmuutokset. Ketteryysharjoitteissa liikkumista tulisi tapahtua eteen, sivulle ja taaksepäin eri liikesuuntia yhdistellen (Carter 2001, 262 - 263).

2.3.3 Liikkuvuus

Liikkuvuus, eli notkeus, tarkoittaa nivelten liikelaaajuutta. Nivelten liikerataan taas vaikuttaa lihas-jänne yksiköiden kyky pidentyä. Eri urheilulajit vaativat hyvin erilaista liikkuvuutta. Useimmissa ajeissa hyvä liikkuvuus on kuitenkin edellytys oikealle suoritustekniikalle. (Ahtiainen 2004, 180; Kalaja 2016, 313.) Taekwon-Do lajina, jossa potkut ovat suuressa roolissa, vaatii hyvää liikkuvuutta varsinkin jalkojen ja lantionseudun lihaksilta ja niveliltä. Taekwon-Dossa esiintyy paljon yläkorkeuteen kohdistuvia potkuja, ja jotta nämä potkut kyettäisiin suorittamaan mahdollisimman hyvin ja hallitusti, jaloilta vaaditaan hyvää voimatasoa ja liikkuvuutta (Tsai, Gu, Lee, Huang & Tsai 2005, 440; Bridge ym. 2014, 729). Hellerin

ym. (1998) tekemässä tutkimuksessa Taekwon-Don maajoukkueurheilijoiden liikkuvuus todettiin hyvin kehittyneeksi.

Notkeus mahdollistaa suorituksessa suuremman ja esteettömämmän liikeradan, millä taas on positiivinen vaikutus nopeuteen, voimantuottoon, koordinaatiokykyyn, liikkeen taloudellisuuteen ja sitä kautta myös kestävyYTEEN. Hyvä liikkuvuus siis tukee useimpia muita fyysisiä ominaisuuksia ja niiden käyttömahdollisuuksia. (Apostolopoulos 2001, 54.)

Liikkuvuus jaetaan yleisesti passiiviseen ja aktiiviseen liikkuvuuteen. Passiivisella liikkuvuudella tarkoitetaan jonkin ulkoisen voiman, kuten avustajan, painovoiman tai jonkin muun kehonosan tuottaman voiman kautta saavutettua liikelaajuutta. Aktiivisella liikkuvuudella puolestaan tarkoitetaan omalla lihastyöllä saavutettua liikelaajuutta, kuten jalan heilautukset ja potkut. (Kalaja 2016, 314.)

Taekwon-Don potkut vaativat hyvää jalkojen hallintaa ja koordinaatiota, joten pelkkä passiivinen liikkuvuus ei riitä. Liian suuri nivelten liikkuvuus voi jopa lisätä loukkaantumisriskiä ja olla muutoinkin haitaksi urheilusuoritukselle, mikäli kontrollia ja liikehallintaa ei ole tarpeeksi. Lisäksi liikkuvuutta ei välttämättä saada hyödynnettyä suorituksessa, mikäli niveltä ympäröivien lihasten voimantuotokyky ja hallinta eivät ole riittäviä. (Kalaja 2016, 313 – 315.) Taekwon-Dossa siis vaaditaan erityisesti hyvää dynaamista liikkuvuutta.

Dynaamisella liikkuvuudella tarkoitetaan kykyä tuottaa liike aktiivisesti niveltä ympäröivien lihasten voimalla. Tällöin liikkeen agonistit, myötävaikuttajalihakset, supistuvat ja saavat liikkeen aikaan. Samaan aikaan antagonistit, eli vastavaikuttajalihakset, toimivat aktiivisesti vain tarpeellisen verran nivelen stabiliteetin säilymiseksi. Dynaaminen liikkuvuus siis riippuu agonisti- ja antagonistilihasten yhteistoiminnasta. (Ylinen 2010, 11; Kalanen 2016, 313 – 315.) Tämä lihasten välinen toimiva yhteistyö ja riittävä notkeus ovat edellytys hyviin potkusuorituksiin Taekwon-Dossa.

Hyvä liikkuvuus on myös tärkeää erilaisten ylivenytysvammojen, eli venähdysten ja revähdysten välttämiseksi (Allen 2000, 33; Ylinen 2010, 23). Nämä venähdys- ja revähdysvammat etenkin reiden takaosan lihaksissa ja reiden lähentäjälihaksissa ovat Taekwon-Don harrastajille tyypillisimpiä vammoja. Näiden

ehkäisemiseksi lihasten riittävä notkeus on tärkeää. Alaraajat ovat muutenkin Taekwon-Dossa yleisimmin vammautuva kehonosa. (Kazemi, Shearer & Choung 2005; Häyrynen 2010, 7.)

2.3.4 Voima

Lihasvoimalla on useimmissa urheilulajeissa suorituskyvyn kannalta suuri merkitys vaikka kyseessä ei olisikaan puhdas voimalaji (Mero ym. 2007, 251). Voimalla on todettu olevan selvä vaikutus muun muassa juoksunopeuteen ja ketteryyteen, sekä lihasten kestävyyteen (Bompa & Haff 2009, 259 – 260; McKinley 2014). Maksimivoimatasojen kehittäminen parantaa myös kestävyysuoritusta kehittämällä liikkeen taloudellisuutta (Hoff, Gran & Helgerud 2002).

Taekwon-Do lajina vaatii urheilijalta lihasvoimaa ja tehoja suorittaa nopeita hyökkäyksiä. Tämän lisäksi ottelijalta vaaditaan riittävää lihaskestävyyttä ylläpitämään hyvä tekniikka koko ottelun ajan niin lyönneissä, potkuissa, kuin liikkumisessakin. (Bridge ym. 2014, 723.)

Jalkojen yleisellä voimantuottokyvyllä on suuri merkitys potkujen nopeudessa ja voimantuotossa (Tasiopoulos, Nikolaidis & Kostoulas 2015). Moreira, Paula & Vesolo (2015) muun muassa havaitsivat tutkimuksellaan jalkojen yleisen isometrisen voimantuottokyvyn sekä lihasten venytysrefleksin toimivuuden korreloivan suoraan koehenkilöiden kiertopotkuvoimakkuuden kanssa.

Myös nyrkkeilyn ja karaten parissa tehdyt tutkimukset osoittavat selkeän yhteyden jalkojen voimantuottokyvyn ja iskuvoimakkuuden välillä. Yleisellä voimantuottokyvyllä, tehokkaalla voimantuotolla (strength-power), räjähtävällä voimantuottokyvyllä, jalkojen maksimivoimalla, sekä lihasten venytysrefleksin toimivuudella näyttää olevan ratkaiseva merkitys potkujen lisäksi myös lyöntien kiihtyvyyden ja iskuvoimakkuuden kannalta. (Loturco, Artioli, Kobal, Gil & Franchini 2013; Chaabene 2015, 3; Loturco ym. 2015, 113; Moreira ym. 2015, 280.) Marovic ym. (2005) nostavat räjähtävän voimantuoton ja lihasten venytysrefleksin toiminnan suorituskyvyn kannalta yhdeksi ratkaisevaksi ominaisuudeksi Taekwon-Dossa.

Venyysrefleksillä tarkoitetaan lihasten kykyä käyttää elastista energiaa hyväkseen liikkeen tuottamiseksi. Näin tapahtuu liikkeissä, joissa lihas ensin pitenee ja sitten lyhenee välittömästi. Venyysrefleksin (stretch-shortening cycle) toiminta näkyy esimerkiksi hyppelyissä, joissa alastulon eksentrisen, eli jarruttavan työn aikana lihaksiin varastoituu elastista energiaa. Mikäli alastulosta ponnistetaan välittömästi uuteen hyppyyn, saadaan tuotettua suurempi voima lihaksiin varastoitunutta elastista energiaa hyödyntämällä (Forsman & Lampinen 2008, 424). Tätä tietoa soveltaen voidaan olettaa ottelussa näkyvien nopeiden reaktiopotkujen tapahtuvan konsetrisen voimantuoton sijaan pääasiassa elastisten komponenttien avulla, sillä otteluasennossa polvikulmat ovat usein suuret ja ottelijat tekevät jatkuvaa pientä hyppelyä ja esikevenystä päkiöidensä varassa.

Karatekoille tehdyssä tutkimuksessa Chaabene, Hachana, Franchini, Mkaouer & Chamari (2012, 2 – 3) havaitsivat kansainvälisen tason karatekoiden saavuttavan noviiseja merkittävästi parempia tuloksia puolikyykyn ja penkkipunnerruksen yhden toiston maksimimäärässä sekä vertikaalisen hyppytestin tuloksissa. Verrattaessa kansallisen tason ja kansainvälisen tason karatekoita vastaavantilaisia tuloksia maksimivoiman suhteen ei löytynyt. Samassa tutkimuksessa testattiin kuitenkin myös voimantuoton tehokkuutta 30 prosentin painolla urheilijan yhden toiston maksimimäärästä. Tässä testissä kansainvälisen tason kilpailijat taas saavuttivat kansallisen tason kilpailijoita merkittävästi parempia tuloksia. Tämän perusteella voimantuoton teholla voidaan siis olettaa olevan maksimivoimaa suurempi merkitys tämän kaltaisessa lajissa. (Chaabene 2015, 2 – 3.)

Taekwon-Don jakautuminen painoluokkiin asettaa omat erityisvaatimuksensa urheilijan voimaharjoittelulle, sillä lihasten suuri kasvu ei ole toivottavaa painoluokassa pysymisen kannalta. Tästä syystä hermostollisen voiman kehittäminen onkin Taekwon-Do-ottelijalle kannattavampaa kuin lihasten massan kasvuun tähtäävä hypertrofinen voimaharjoittelu. Siksi esimerkiksi plyometriaohjelmat, joissa tehdään sekä konsentrista, että eksentristä lihastyötä, kuten hyppy- ja loikkaharjoitteet, ovat suosittuja ja tehokkaiksi havaittuja potkujen ja lyöntien voimantuoton harjoittamiseen kamppailulajeissa. (Loturco ym. 2015.)

Voimaominaisuuksien kannalta avaintekijöiksi ottelussa on siis nostettu räjähtävä voimantuotto ja lihasten kyky käyttää hyväkseen elastista energiaa (Marcovic

ym. 2005; Chaabene ym. 2012; Bridge ym. 2014, 724 – 728; Loturco ym. 2015). Vaikka maksimivoimalla ja lihaskestävyydellä ei ole todettu suoraa yhteyttä otte- lumenestyksen kanssa, näitä ominaisuuksia voidaan kuitenkin pitää suoritusky- kyä tukevin ominaisuuksina ottelijalle, sillä esimerkiksi nopean voimantuoton kehittyminen usein edellyttää maksimaalisen voimantuoton kehitystä (Ahtiainen 2014, 2 – 4).

Nopeusvoimaominaisuuksien optimaalisen kehittymisen kannalta harjoittelun tulisi sisältää harjoitteita kolmella kuorma-liikenopeus alueella. Näitä ovat pieni kuorma-suuri liikenopeus, optimitehoalue sekä suuri kuorma-pieni liikenopeus. Näiden lisäksi voimaharjoittelun tulisi tapahtua mahdollisimman lajinomaisesti, eli harjoittelussa tulisi käyttää lajisuorituksessa vaadittuja voimatasoja, voiman- tuottoaikoja, -suuntia sekä nivelkulmia (Häkkinen, Mäkelä & Mero 2007, 259). (Ahtiainen 2014, 2 – 4.)

2.3.5 Fysiologinen profiili

Taekwon-Do-ottelijalle tyypillisimmät somatotyypit, eli vartalotyypit ovat meso- morfinen ja ektomorfinen. Ektomorfinen kehonmalli on tyypiltään pitkä ja hoik- ka, hartioiden ja lantion ollessa kapeita. Mesomorfiselle kehonmallille taas on ominaista lihaksikkaampi ja jyrkempi ruumiinrakenne, sekä leveämmät hartiat. Endomorfista ruumiinrakennetta, jolle on ominaista pyöreys ja kohtuullisen suuri rasvamassa, esiintyy kansainvälisissä Taekwondo-ottelijoissa kaikkein vähiten. (Shariat & Kargarfard 2012.)

Miespuoliset ottelijat ovat useimmiten ektomorfis-mesomorfisia, eli omaavat piirteitä molemmista vartalotyypeistä mesomorfisuuden ollessa kuitenkin hie- man hallitsevampi (Shariat & Kargarfard 2012). Naispuolisten ottelijoiden ke- honmallit eivät ole yhtä yhteneväisiä, vaikka antavatkin samansuuntaisia tulok- sia. Endomorfista kehonmallia esiintyy naisten sarjoissa hieman enemmän kuin miesten sarjoissa. Mesomorfisen ja ektomorfinen ruumiinrakenteen hallitsevuus kansainvälisillä ottelijoilla antaa kuitenkin kehyyksen, jonka perusteella voidaan olettaa Taekwon-Do-ottelijalle haluttuun kehonrakenteeseen kuuluvan vahvat lihaskudokset yhdistettynä suhteellisen lineaariseen kehonmalliin ja alhaiseen kehon rasvaprosenttiin. (Heller ym. 1998, 248; Pieter 2008, 101; Hakkarainen

2009, 129 – 130; Sadowski, Gierczuk, Miller, Cieśliński & Buszta 2012, 48; Noh, Kim & Kim 2013; Bridge ym. 2014.) Arabaci, Catikkas, Cankaya & Sahin (2011, 145 – 155) esittävät kehon alhaisen rasvamäärän vaikuttavan positiivisesti suorituskykyyn Taekwondossa.

Kamppailulajien jakautuminen painosarjoihin aiheuttaa urheilijoiden pyrkimisen itselleen mahdollisimman pieneen painoluokkaan ollakseen vastustajaansa pidempiä, painavampia ja vahvempia kisakehässä (Heinonen 2000,187; Franchini, Brito & Artioli 2012). Merkittävän suuri osa Taekwondo-ottelijoista pudottaa säännöllisesti painoaan kilpaillakseen tietyssä painoluokassa, sillä lajissa, jossa pisteen hakuun käytetään lyöntejä ja potkuja, ulottuvuus on merkittävä tekijä. (Kazemi, Shearer & Choung 2005.) Tutkimukset antavat viitteitä pituuden positiiviseen merkitykseen Taekwondossa. Sarjojen voittajat vaikuttaisivat usein olevan hienoisesti sarjansa keskivertoa pidempiä. Tämä näkyy selkeämmin miesten, kuin naisten sarjoissa. (Marković, Mišigoj-Duraković & Trninić 2005; Kazemi, Waalen, Morgan & White 2006.)

WTF Taekwondon tutkimuksissa urheilijoiden rasvaprosentit ovat vaihdelleet miehillä 7 – 14 prosentin ja naisilla 12 – 19 prosentin välillä (Bridge ym. 2014). Hellerin ja muiden (1998) tutkimuksessa ITF Taekwon-Dossa kilpailevien urheilijoiden rasvaprosentit olivat miehillä keskimäärin $8,2 \pm 3,1$ prosenttia ja naisilla $15,4 \pm 5,1$ prosenttia, eli tyylisuuntien välillä ei tässä asiassa vaikuttaisi olevan eroavaisuuksia.

Painon pudottaminen punnitusta varten on kamppailulajeissa yleistä. On kuitenkin yksilöllistä, kuinka suuri määrä painoa voidaan alentaa ilman, että se vaikuttaa heikentävästi suorituskykyyn (Heinonen 2000, 187). Voima-paino suhteen optimoimiseksi urheilijan on kannattavinta vähentää rasvamassaansa ja minimoida lihasmassan väheneminen. Tästä johtuen Taekwon-Do-ottelijoille, kuten useimpien muidenkin kamppailulajien urheilijoille, on ominaista kehon alhainen rasvaprosentti. (Fogelholm – Rehunen 1996, 318.)

Hallin & Lanein (2001, 394) havaitsivat amatöörinyrkkeilijöille tekemässään tutkimuksessa nopean painonpudotuksen vaikuttavan merkittävästi suorituskykyä alentavaksi tekijäksi, vihan ja väsymyksen tunnetta nostavaksi, sekä vireyttä

laskevaksi. Kyseisessä tutkimuksessa koehenkilöt pudottivat painoaan 5,16 prosenttia normaalipainostaan viikossa.

Punnituksen ja kilpailun alun välinen aikaväli vaikuttaa merkittävästi siihen, kuinka paljon painoa urheilijat voivat pudottaa. Kamppailulajeissa, joissa punnitus käydään juuri ennen kilpailun alkua, ei luonnollisesti voida pudottaa painoa samalla tavalla kuin lajeissa, joissa punnituksen ja kilpailun alun välinen aika on jopa yli vuorokausi (Kazemi ym. 2005). Taekwon-Dossa arvokisoissa punnitus alkaa 24 tuntia ennen kilpailujen alkua, joten urheilijoilla on mahdollisuus tankata punnituksen jälkeen. (International Taekwon-Do Federation 2013, 9) Tämä mahdollistaa isomman painonpudotuksen kuin lajeissa, joissa punnitus tapahtuu juuri ennen ottelun alkua. Painonpudotus on keholle kuitenkin aina kuormittava tekijä, joten itselleen sopivan painosarjan valitseminen on yksi kilpailemiseen liittyvistä peruskysymyksistä. (Kazemi ym. 2005.)

3 TUTKIMUKSEN TEKEMINEN

3.1 Taustat

Tämän opinnäytetyötutkimuksen tarkoituksena on luoda fyysinen urheilijaprofiili Taekwon-Don hallitsevasta MM-hopeamitalistista tapaustutkimuksena kvantitatiivisia tiedunkeruumenetelmiä hyödyntäen. Tutkimuksen lopuksi on tarkoitus verrata urheilijan fyysisiä ominaisuuksia Taekwon-Dossa ja muissa kamppailulajeissa huipulla kilpaileviin urheilijoihin.

Urheilussa harjoittelun ohjelmoinnin tulisi pohjautua lajianalyysiin, josta selviää lajin ominaispiirteet ja vaatimukset urheilijan ominaisuuksilta. Tämän jälkeen kartoitetaan urheilijan tämänhetkisten fyysisten ominaisuuksien taso ja niiden suhde lajin huipulla kilpaileviin. Näiden tietojen pohjalta urheilijalle voidaan luoda harjoitusohjelma, joka tukee urheilijan tavoitteisiin pääsyä parhaalla mahdollisella tavalla. (Forsman & Lampinen 2008, 232 – 233; Leeder 2014.) Tämän tutkimuksen päämääränä on luoda urheilijaprofiili, joka toimii koehenkilölle omien fyysisten ominaisuuksiensa tarkastelun työkaluna, ja sitä kautta valmennuksen suunnittelun ja ohjelmoinnin tukena.

Taekwon-Do on vielä toistaiseksi suhteellisen vähän tutkittu laji, eikä lajin huipulla kilpailevista urheilijoista ole tiedettävästi aiemmin tehty urheilijaprofilointeja tai analysejä. Tämä tutkimus antaa siis yhden esimerkin siitä, millaisilla fyysisillä ominaisuuksilla Taekwon-Dossa voidaan kilpailla maailman huipulla. Koska kyse on yksittäisestä urheilijasta, tutkimuksen tuloksia ei voida suoraan yleistää, eikä siitä voida tehdä suoria johtopäätöksiä lajissa menestymiseen vaadittavista ominaisuuksista. Varmempien johtopäätösten tekemiseksi useampia vastaavanlaisia urheilijaprofilointeja vaadittaisiin enemmän.

Tämän tapaustutkimuksen urheilija on 25-vuotias mies, joka on harjoitellut Taekwon-Doa 12 vuotta. Tästä ajasta aktiivista kilpailu-uraa on ollut kuusi vuotta. Tällä hetkellä urheilija harjoittelee keskimäärin 8 – 10 kertaa viikossa, joista noin puolet ovat lajiharjoituksia ja puolet oheisharjoituksia fyysisten ominaisuuksien kehittämiseksi. Urheilijan ominaisuusharjoitteluun kuuluvat voimaharjoittelu

ja taitoharjoittelu. Taitoharjoittelu sisältää monipuolisesti kehonhallinta-, koordinaatio-, nopeus-, ketteryys-, tasapaino- ja liikkuvuusharjoitteita.

Urheilijan tähänastisen uran parhaat saavutukset ottelussa ovat suomenmestaruudet alle 63 kilogrammaisten sarjassa vuosilta 2012, 2015 ja 2016, sekä MM-hopea alle 57 kilogrammaisten sarjassa vuonna 2015. Tavoitteenaan urheilijalla on voittaa ottelun maailmanmestaruus alle 57 kilogrammaisten sarjassa, minkä lisäksi hän kertoo tahtovansa kehittyä kokonaisvaltaisesti urheilussa ja Taekwon-Dossa.

3.2 Tutkimuskysymykset

Tällä opinnäytetyöllä haetaan vastausta seuraaviin kysymyksiin:

1. Millaiset ovat koehenkilön fyysiset ominaisuudet?
 - a. Millaiset ovat koehenkilön kestävyysominaisuudet?
 - b. Millaiset ovat koehenkilön nopeus- ja ketteryysominaisuudet?
 - c. Millaiset ovat koehenkilön voimaominaisuudet?
 - d. Millaiset ovat koehenkilön liikkuvuusominaisuudet?
 - e. Millainen on koehenkilön kehonkoostumus?
 - f. Millainen otteluaikainen kuormitus on koehenkilölle?

3.3 Käytetyt testit ja testimenetelmät

3.3.1 Käytetyt testit

Tässä tutkimuksessa käytettiin seuraavia testejä: aerobinen tasotesti juoksumatolla, harjoitusottelun aikainen laktaatin ja sykearvojen mittaus, 30 metrin juoksu ensimmäisen 20 metrin väliajalla, T-testi, "Sveitsiläinen risti" -ketteryystesti, vertikaalihyppytesti kontaktimatolla, takakyökyn ja penkkipunnerruksen kolmen toiston maksimi (3RM), eteentaivutustesti, eteentaivutustesti haaraistunnassa, selän sivutaivutustesti ja kehonkoostumusmittaus Inbody -laitteella ja ihopoimupihdeillä. Kaikki tehdyt mittaukset tehtiin kisakaudella, jotta saataisiin tulokset mahdollisimman läheltä kisojen aikaista fyysistä kuntoa.

Kunkin testin valintaan mittariksi on vaikuttanut niiden luotettavuus ja käytön yleisyys Taekwon-Don ja muiden kamppailulajien parissa. Vertailumahdollisuuksien saamiseksi tutkimukseen on pyritty ensisijaisesti valikoimaan testejä, joita on aiemmin käytetty Taekwon-Don ja muiden kamppailulajien parissa.

3.3.2 Kestävyyden mittaaminen

Aerobisen kestävyuden mittaamiseen käytettiin juoksumatolla tehtävää epäsuoraa maksimaalisen hapenottokyvyn testiä, eli aerobista tasotestiä. Maksimaalista hapenottokykyä ei voida luotettavasti mitata ilman hengityskaasumittauksia, minkä vuoksi tätä tulosta ei tässä testissä saatu. Testin avulla saatiin kuitenkin hyvää materiaalia urheilijan kestävyys suorituskyvystä. Testin avulla haluttiin kartoittaa muun muassa urheilijan aerobinen ja anaerobinen kynnysteho. Tiedossa olevien kynnystehojen perusteella urheilijan harjoittelua voidaan ohjelmoida perus-, vauhti- ja maksimikestävyysominaisuuksien kehittämiseksi ja saada kohdennettua harjoitus halutulle kestävyuden osa-alueelle, minkä vuoksi niiden selvittäminen oli hyödyllistä urheilijan harjoittelun tueksi. (Nummela, Keskinen & Vuorimaa 2007, 360.)

Testi suoritettiin Telineyhtymä Kotkan (1987, malli OJK 2, Finland) juoksumatolla. Kyseisessä testauksessa käytettiin polar Vantage -sykemittaria, joka mittaa sykkeen viiden sekunin välein. Urheilijan laktaattipitoisuudet mitattiin testin aikana Lactate Pro -verenlaktaatin testimittarilla ja Lactate Pro -testiliuskoilla. Testi aloitettiin lämmittelyllä, jossa urheilijalla oli mahdollisuus tutustua matolla juoksemiseen ja tuleviin ensimmäisten kierrosten juoksunopeuksiin.

Ennen testiä urheilija oli suorittanut omatoimista lämmittelyä noin 15 minuuttia, johon kuului hengitys- ja verenkiertoelimistön aktivointi ja liikelaajuuksien avaaminen. Ennen testin aloittamista urheilija sai lämmitellä myös juoksumatolla ja tutustua matolla juoksemiseen. Lämmittely matolla aloitettiin kävelyllä kuuden kilometrin tuntivauhdilla, jota jatkettiin minuutti. Tämän jälkeen kuormaa nostettiin hieman (8 km/h) ja kävelystä vaihdettiin hölkkään, jota jatkettiin tällä kuormalla kolme minuuttia. Nopein lämmittelyvauhti oli yhdeksän kilometria tunnissa, jota jatkettiin kahden minuutin ajan. Lämmittely päätettiin kahdeksan kilometrin tuntivauhtiin, jota juostiin vielä minuutti.

Testi aloitettiin samalla vauhdilla, jolla lämmittely päätettiin (8 km/h). Juoksumatto oli säädetty yhden asteen nousukulmaan koko testin ajaksi. Testin alku juostiin kolmen minuutin tasoissa, joiden jokaisen päätteeksi mitattiin laktaattipitoisuudet. Laktaattien mittaus tapahtui verinäytteellä sormenpäältä. Testi jatkui heti näytteen ottamisen jälkeen. Jokaisen kuorman jälkeen vauhti kasvoi yhden kilometrin tunnissa. Laktaatit mitattiin kuormien välissä, kunnes pitoisuus kasvoi yli kolmen millimoolin litrapitoisuuden. Tämän jälkeen testi suoritettiin urheilijan uupumukseen asti ja päätettiin kun urheilija ei enää pysynyt vauhdin mukana. Testissä käytettiin turvavaljaita.

Testin päätyttyä urheilija jatkoi laktaatin mittauksen jälkeen kävellen juoksumatolla, ja hetken kuluttua kevyellä hölkällä. Urheilijan laktaattipitoisuudet mitattiin heti testin päätyttyä, seitsemän minuutin ja kymmenen minuutin kuluttua.

3.3.3 Ottelun kuormittavuuden arviointi

Ottelutilanteen kuormittavuuden arviointi toteutettiin mittaamalla sykearvot ja veren laktaattipitoisuudet simuloidun kisaottelutilanteen yhteydessä. Mittaukset tehtiin maajoukkueleirillä otteluharjoituksissa. Urheilija otteli kaksi harjoitusottelua, joissa kummassakin oli kaksi kahden minuutin erää (2 x 2 min) minuutin erätauolla, kuten kisaottelussa. Näiden kahden ottelusimulaation välinen aika oli noin kymmenen minuuttia. Kumpaankin otteluun valittiin mahdollisimman samankokoinen ja -tasoinen vastustaja. Kummassakin ottelussa oli tuomari, ja ottelualueena käytettiin kisakehän kokoista aluetta, jotta olosuhteet vastaisivat mahdollisimman paljon kilpailutilannetta. Testit tehtiin päivän toisissa otteluharjoituksissa. Urheilija oli ennen ottelusimulaatioita tehnyt pariharjoitteita ja lyhyitä teemaeriä.

Sykkeiden tarkastus ja laktaattien mittaus tehtiin välittömästi jokaisen erän jälkeen. Laktaatit mitattiin verinäytteellä sormenpäältä. Sykkeiden mittauksessa käytettiin Suunto M5 -sykemittaria (Finland). Laktaatit mitattiin Lactate Pro -testilaitteella.

3.3.4 Nopeuden ja ketteryyden mittaaminen

Nopeuden mittaamiseen käytettiin 30 metrin juoksutestiä, josta mitattiin myös ensimmäisen 20 metrin väliaika. Testi mittaa urheilijan kiihdytysnopeutta (Mero 2007, 166). Vaikka testi ei ole Taekwon-Doon nähden lajinomainen suoritus, tutkimukset ovat antaneet viitteitä menestyvien ottelijoiden saavuttavan kilpikumppaneitaan parempia tuloksia 20 ja 30 metrin juoksutesteissä, minkä vuoksi tämä valittiin testiksi urheilijan nopeusominaisuuksien mittaamiseen (Marković ym. 2005; Bridge ym. 2014, 728).

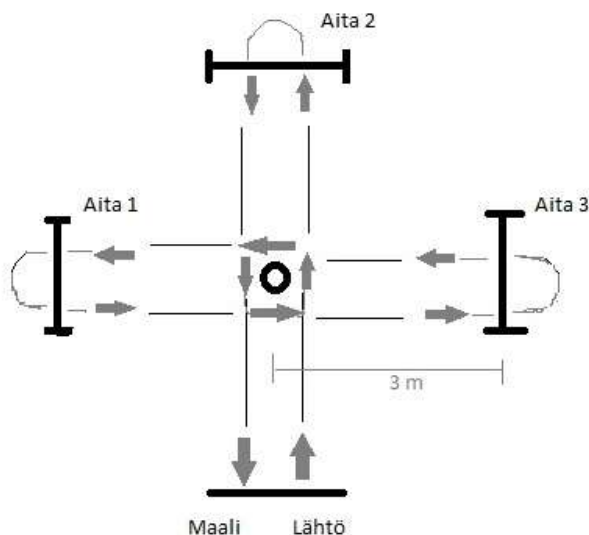
Juoksun aika mitattiin valokennoilla sadasosasekunnin (0,01 s) tarkkuudella. Aloitusviiva oli 70 senttimetriä ennen ensimmäistä kennoa, jonka ylittäminen käynnisti ajanoton. Lähtö tapahtui pystyasennosta. Urheilija juoksi kaksi kellotettua juoksuvetoa, joista parempi tulos kirjattiin.

Urheilijan ketteryys on määritelty yhdeksi merkittäväksi ottelumenestykseen vaikuttavaksi tekijäksi Taekwon-Dossa (Marković ym. 2005). Tässä tutkimuksessa ketteryyttä mitattiin kahdella testillä. Toinen näistä testeistä oli ”Sveitsiläinen risti” -ketteryystesti, jota on käytetty tyypillisesti muun muassa Lapin urheilukatemian pääsykoetestinä.

Sveitsiläinen risti -ketteryystesti koostuu nimensä mukaisesti ristin muotoisesta kuvioista (kuvio 1.). Ristin kolmessa päässä, kolmen metrin etäisyydellä ristien keskustasta, on 76 senttimetriä korkeat aitajuoksuaidat. Neljännessä päässä on testin lähtö ja maali. Aika käynnistyy kun testattava ylittää lähtöviivan. Testattava kiertää kuvion keskellä olevan kartion oikealta puolelta, suunnaten aidalle 1. Aita ylitetään hyppäämällä, jonka jälkeen se alitetaan ja juostaan keskellä olevan kartion oikealta puolelta kiertäen aidalle 2. Aita ylitetään ja alitetaan samalla tavalla kuin aita 1, jonka jälkeen ristien keskellä oleva kartio kierretään oikealta puolelta, juosten aidalle 3. Kolmannen aidan ylittämisen ja alittamisen jälkeen ristien keskellä oleva kartio kierretään jälleen oikealta puolelta ja juostaan maaliin. Aika pysähtyy kun testattava ylittää maaliviivan. Rata pyritään suorittamaan mahdollisimman nopeasti.

Rataa suorittaessa testattava sai tässä tutkimuksessa ottaa aidasta halutesaan tukea hypyn aikana, mikäli koki sen hyödylliseksi. Aika mitattiin valoken-

noilla. Urheilija suoritti testin kolme kertaa, joista nopein kirjattiin tulokseksi. Ennen testiä urheilija suoritti omatoimisen lämmittelyn (15 min), johon kuului liiketoja avaavia liikkeitä ja hermostoa herätteleviä lyhyitä spurttuja ja hyppelyitä. Ennen mitattuja suorituksia urheilija sai kiertää testiradan ympäri harjoitukseksi.



Kuvio 1. Sveitsiläinen risti -ketteryysrata

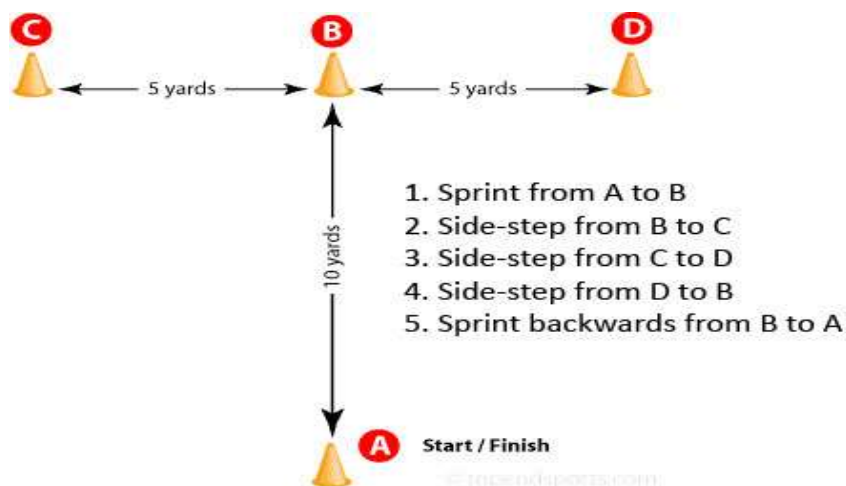
Sveitsiläinen risti -ketteryysreitistä heikkoutena voidaan pitää kiertosuunnan yksipuolisuutta, minkä vuoksi nopeita suunnanmuutoksia tapahtuu vain tiettyyn suuntaan. Tämän lisäksi testistä puuttuu täysin reaktiivisuus, joka on yksi merkittävä osa ketteryyttä. Testi ei välttämättä ole myöskään Taekwon-Don harrastajalle kovin lajinomainen. Se kuitenkin kertoo hyvin testattavan yleisketteryydestä. Testi mahdollisti lisäksi vertailun paikallisten urheilijoiden tulosten kanssa, minkä vuoksi se otettiin mukaan testistöön.

Toisena ketteryyksitestinä käytettiin T-testiä (kuvio 2.). Testi on standardisoitu, ja yleisesti käytetty ketteryyksitestinä muun muassa palloilulajien parissa. Testin valintaan vaikutti sen käyttölaajuus ja urheilijoille tehdyt avointitaulukot. Testiä on käytetty myös kamppailulajien urheilijoiden mittaamiseen, mikä mahdollisti vertailutulokset. Testi vaatii testattavalta kykyä liikkua eteen-, sivulle- ja taaksepäin, sekä muuttamaan suuntaa ja kehon painopistettä nopeasti kartioihin kurkottaessa. Näiden ominaisuusvaatimusten pohjalta testiä voidaan pitää Taekwon-Don suhteellisen hyvänä testinä ketteryyden mittaamiseen.

Testi rakentuu nimensä mukaisesti T:n muotoisesta kuviosta. Testattava lähtee suorittamaan testiä T:n alaosasta, kartiolta A. Testattava etenee juosten kartiolle B ja koskettaa sen alaosaan oikealla kädellään. Tämän jälkeen testattava liikkuu sivuttain C kartiolle ja koskettaa sitä vasemmalla kädellään. Tämän jälkeen testattava liikkuu sivuttain kartiolle D ja koskettaa sitä oikealla kädellään, minkä jälkeen hän liikkuu sivuttain takaisin kartiolle B. Ristiasketen ottaminen ei ole sallittua sivuttaisliikkumisessa, eli testattavan jalat eivät saa ylittää toisiaan. Päästyään kartiolle B testattava koskettaa sitä oikealla kädellään ja juoksee takaperin takaisin lähtöpisteelle, kartiolle A. Jokaisen kartiokosketuksen tulee tapahtua kartion alaosaan, maan tasolle.

Tässä testissä aika mitattiin valokennoilla. Lähtö tapahtui 50 senttimetrin päästä lähtökennoa pystylähdöllä. Aika lähti käyntiin urheilijan ylittäessä lähtöviivalla olevat kennot, ja pysähtyi hänen ohittaessaan kennot maaliin tullessaan.

Testistä käytetään kahta eri versiota, joiden erot tulevat käytetystä mittayksiköstä. Toisessa testissä T:n sivut ovat kymmenen jaardia (9,14 m), kun taas toisessa kymmenen metriä. Vertailukohteiden vuoksi tässä tutkimuksessa testi on tehty molemmilla tavoilla. Testit suoritettiin eri päivinä.



Kuvio 2. T-testi (Brady 2013)

3.3.5 Voimantuottokyvyn mittaaminen

Alaraajojen nopeaa voimantuottokykyä mitattiin tässä tutkimuksessa vertikaali-hyppytestillä kontaktimatolla (Newtest Powertimer). Tämän testin tuloksiin löytyi

useita vertailukohteita Taekwondosta ja muista kamppailulajeista, mikä vaikutti testin valintaan. Testin tulos kertoo paljon jalkojen räjähtävästä voimantuottokyvystä, minkä Chaabene ym. (2012) nostavat suorituskyvyn kannalta tärkeään rooliin Taekwon-Dossa.

Testin valintaan vaikutti myös sen tutkimustulosten osoittama korrelaatio jalkojen yleisen voimantuotokyvyn kanssa. Nyrkkeilytutkimuksen mukaan sillä on merkittävä yhteys myös lyöntikiihtyvyyteen ja -voimakkuuteen. (Loturco 2015.) Testi mittaa nimenomaan räjähtävää voimantuottoa, mikä on nostettu ottelumenestyksen kannalta yhdeksi avainominaisuudeksi (Marcovic ym. 2005; Chaabene ym. 2012).

Testissä mitattiin staattinen hyppy (SH) ja esikevennetty hyppy sekä kädet lanteilla (KH), että käsien heilautuksen kanssa. Testattava suoritti jokaisen hypyn kolme kertaa, joista paras kirjattiin tulokseksi. Hyppyjen välissä oli noin kahden minuutin palautus.

Staattisessa hypyssä hypyn lähtö tapahtui 90 asteen polvikulmasta, kädet lanteilla ja selkä suorassa. Lähtöasentoon laskeuduttiin rauhallisesti ja siinä pysyttiin kaksi sekuntia elastisen vaikutuksen estämiseksi. Tästä asennosta urheilija ponnisti suoraan ylöspäin ilman esikevennystä, tai käsien ja vartalon avustavaa liikettä. Alastulossa laskeuduttiin päkiöille, polvet suorina muttei lukossa.

Esikevennyshypyssä suorituksen alkuasento oli seisten kädet lanteilla. Tästä asennosta kevennettiin nopeasti noin 90 asteen polvikulmaan selkä suorana, jonka jälkeen maksimaalisella ponnistuksella suoraan ylöspäin ilman pysäytystä välissä. Kädet olivat edelleen lanteilla, eivätkä ne saaneet auttaa hypyssä. Laskeutuminen tapahtui samalla tavalla kuin staattisessa hypyssä. Vertailumahdollisuuksien kasvattamiseksi testi tehtiin myös käsien heilautuksen kanssa, jossa testattava sai vapaasti käyttää käsiään apunaan ponnistuksessa. Muutoin testin suoritustapa oli sama kuin esikevennetyssä hypyssä.

Maksimaalista voimantuottokykyä mitattiin takakyykyn ja penkkipunnerruksen kolmen toiston maksimilla (3RM). Kolmen toiston maksimia käytettiin yhden toiston maksimin sijaan sen pienemmän loukkaantumisriskin vuoksi (Ahtiainen & Häkkinen 2007, 146). Maksimaalinen voimantuottokyky vaikuttaa nopeusomi-

naisuuksiin, jotka ovat merkittävässä roolissa Taekwon-Dossa. Tämän vuoksi se haluttiin testata vaikkei sitä olekkaan nostettu ottelunmenestykseen suoraan naisesti vaikuttavaksi tekijäksi (Ahtiainen 2014, 2 – 4; Bridge ym. 2014, 727; Chaabene 2015, 3).

Hyvät voimaominaisuudet ovat tutkimuksissa määritelty tärkeäksi Taekwon-Dossa (Heller ym. 1998, 246; Bridge ym. 2014, 726). Tästä huolimatta tehdyissä mittauksissa Taekwon-Doitten voimaominaisuudet ovat jääneet melko vaatimattomiksi ja useimpiin muihin kamppailulajeihin verrattuna jopa suhteellisen heikoiksi (Bridge ym. 2014, 730). Tutkimustuloksia aiheesta tarvitaan kuitenkin enemmän, sillä Taekwon-Do-ottelijoiden voimantuottoa on toistaiseksi testattu hyvin vähän.

Takakyykyn suorituksessa painoja nostettiin ja sarjapituuksia laskettiin seuraavalla tavalla. Urheilija suoritti kahdesti kuuden toiston sarjan 50 prosentin painoilla ennustetusta maksimipainosta (2 x 6 (50%)). Maksimipainoennustus perustui urheilijan omaan arviointiin yhden toiston maksimimäärästä. Tämän jälkeen painoja lisättiin 70 prosenttiin oletetusta maksimista ja kyseisellä painolla suoritettiin viiden toiston sarja (1 x 5 (70 %)). Tämän jälkeen jälkeä toistomäärässä siirryttiin kolmen toiston sarjoihin ja painoja nostettiin urheilijan tuntemuksen mukaan. Urheilija oli ennen kyykkytestiä suorittanut ketteryydestin, mikä voi hieman vaikuttaa tämän testin tulokseen.

Tehtävän kyykyn syvyys määrättiin siten, että kyykyn ala-asennossa urheilijan takareidet olivat sivusta katsottuna vaakatasossa. Kyykyn syvyyden vakioimiseen käytettiin urheilijan takana olevaa merkkitasoa, jonka urheilija tunsu kyykyn ala-asennossa. Taso oli hento, eikä sille voinut laskea painoa, mikä esti sen vaikuttamisen testitulokseen. Jalat olivat kyykyssä noin hartoiden leveydellä. Urheilijalla oli varmistajat kummallakin sivullaan. Sarjojen välillä pidettiin 3 – 5 minuutin palautus, jonka aikana urheilija sai suorittaa kokiessaan olevansa valmis.

Penkkipunnerrustesti suoritettiin takakyykkytestin jälkeen. Painojen nostaminen ja sarjapituuden lyhentäminen toteutettiin samalla tavalla kuin kyykkytestissä. Jalat pidettiin suorituksen aikana koukussa ilmassa selän asennon neutralisoinniseksi. Oteleveys mitattiin urheilijalle sopivan tuntoiseksi siten, että punnerruk-

sen ala-asennossa olkapään ja käsijän väliin jäi noin nyrkin levyinen väli. Tanko laskettiin ala-asennossa rintaan asti. Ala-asennossa ei tehty pysähdystä, mutta tankoa ei saanut pompauttaa rintakehästä. Testiä suoritettaessa urheilijalla oli varmistajat molemmilla sivuillaan.

3.3.6 Liikkuvuuden mittaaminen

Liikkuvuuden mittaamiseen tässä tutkimuksessa käytettiin kolmea eri liikkuvuustestiä, joissa mitattiin alaraajojen, selän ja kylkien liikkuvuutta. Varsinkin alaraajojen liikkuvuus on tärkeää Taekwon-Don kaltaisessa potkupainotteisessa lajissa (Bridge ym. 2014, 729).

Jalkojen liikkuvuutta mitattiin eteenpäinkurotustestillä jalat suorina edessä. Tämä testi suoritettiin myös yhdellä kädellä urheilijan mahdollisten puolierojen selvittämiseksi. Toisena testinä jalkojen liikkuvuudelle käytettiin eteentaivutustestiä jalat haaraistunnassa. Kolmantena testinä käytettiin selän ja kylkien liikkuvuutta mittaavaa selän sivutaivutustestiä. Tässä tutkimuksessa käytettyjen testien valintaan vaikutti niiden teon helppous, jonka vuoksi ne ovat helposti tehtävissä uudestaan harjoituksenkin yhteydessä. Testit eivät myöskään tarvitse paljoa apuvälineitä.

Taekwon-Dossa liikkuvuutta vaativia liikkeitä ovat potkut, jotka tapahtuvat otte- lussa aina pystyasennossa. Lattian tasolla tehtävät staattiset liikkuvuustestit eivät siis välttämättä mittaa optimaalisesti sitä liikkuvuutta, mitä tarvitaan potkuissa. Pystyasennossa mitatut jalan heilautustestit voisivat täten dynaamisena venytyksenä olla lajinomaisempi vaihtoehto. Mittaukset ovat kuitenkin hankalasti toteutettavia, ja niissä ilmenevien mittausvirheiden mahdollisuus olisi suurempi, joten tässä tutkimuksessa päädyttiin yleisempiin testeihin, jotka kuitenkin kertovat urheilijan liikkuvuuden tasosta ja mahdollisista puolieroista ja kireyksistä.

Kurotustesti suoritettiin istualtaan lattialla, jalat suorina edessä. Kantapäät olivat 25 – 30 senttimetrin etäisyydellä toisistaan. Mittatikku oli lattialla jalkojen välissä 38 senttimetrin etäisyydellä kantapäistä testattavaan päin. Testattava kurotti yhtäaikaaisesti molemmilla käsillään työntäen mittatikkua eteenpäin sormenpäillä niin pitkälle kuin mahdollista tasaisella liikkeellä. Nilkkojen plantaariflexio,

eli ojentuminen ei ollut sallittua tässä testissä, vaan varpaat pidettiin ylöspäin venytyksen aikana. Testattava suoritti yhteensä kolme kurotusta, joista paras tulos kirjattiin.

Yhdellä kädellä tehtynä kurotustestin toteutustapa oli muutoin sama, mutta mitattikkua työnnettiin eteenpäin yhdellä kädellä. Toinen käsi sai olla vapaasti sivulla tai sylissä, mutta sitä ei saanut käyttää apuna venytyksen pituuden lisäämiseksi.

Kylkien ja selän liikkuvuutta mitattiin selän sivutaivutustestillä. Testissä koehenkilö seiso suorassa selkä seinää vasten jalat hartianleveyisessä asennossa jalan ulkosyrjistä katsottuna. Lapaluut ja pakarat olivat kiinni seinässä. Kantapäät saivat olla hieman irti seinästä, jotta seisoma-asento olisi luonnollinen. Kädet olivat suorina vartalon sivuilla. Keskisormen paikka merkittiin kynällä reisien ulkosyrjälle, jonka jälkeen vartaloa taivutettiin suoraan sivulle selän pysyessä edelleen kiinni seinässä. Testissä keskisormea liu'utetaan reiden ulkosyrjää pitkin. Ääriasento säilytettiin 1 – 2 sekuntia ja merkittiin reiteen. Testin tulokseksi merkittiin se matka, jonka sormenpäät liikkuvat alaspäin sivutaivutuksen aikana. Testi toistettiin molemmille puolille kaksi kertaa.

3.3.7 Kehonkoostumuksen mittaaminen

Kehonkoostumus mitattiin Inbody -mittauslaitteella. Inbody -kehonkoostumusmittaus perustuu pienen sähkövirran johtamiseen kehon läpi. Kehonkoostumus lasketaan sen sähkölle aiheuttamasta vastuksesta. (Inbody luotettavuus 2016) Mittaus tehtiin aamulla ennen aamupalaa. Urheilijan rasvaprosentti mitattiin myös ihopoimupihdeillä neljän mittauspisteen mittauksella (olkavarren ojentaja, hauislihas, lavalanus ja suoliluun harjanne) aerobisen tason testin yhteydessä esitietoja varten.

4 TUTKIMUSTULOKSET, ANALYSOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

4.1 Tutkimustulokset

Aerobisen tasotestin kokonaisjuoksu-aika oli 27 minuuttia 30 sekuntia. Tämän testin viimeinen loppuunasti suoritettu työjakso oli testin yhdeksäs kuorma, mikä vastasi teoreettisesti 57 millilitran työtehoa. Aerobinen kynnyksen ylittyminen testin neljännellä kuormalla, jolloin laktaattipitoisuudet kohosivat 2,1 millimooliin litraa kohden. Kuorman päätteeksi syke oli 166 lyöntiä minuutissa. Anaerobisen kynnyksen saavutettiin 6. kuorman aikana, jonka jälkeen laktaattipitoisuus oli 3,7 millimoolia litrassa. Tämän tason päättyessä urheilijan syke oli 188, eli 90 prosenttia tämän urheilijan maksimisykkeestä.

Testin päättyessä 27 minuutin ja 30 sekunnin kohdalla urheilijan laktaattipitoisuus oli 10,4 millimoolia litraa kohden ja syke 210 lyöntiä minuutissa. Seitsemän minuutin kuluttua testin päättymisestä laktaattipitoisuus oli 11,0 millimoolia litraa kohden, ja 10 minuutin jälkeen 8,6 millimoolia litraa kohden. Tämän testin perusteella urheilijan laktaatin puskurointikyky on siis 0,80 millimoolia litraa kohden minuutissa. Testin tulokset ovat esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Aerobisen tasotestin tulokset

min	kuorma ml	km/h	syke	syke %max	laktaatti mmol/l	Laktaatin poisto- nopeus
0			128		2,6	
3	28	8	143	68	2,0	
6	31	9	149	71	1,7	
9	35	10	156	74	1,9	
12	39	11	166	79	2,1	
15	42	12	177	84	2,8	
18	46	13	188	90	3,7	
21	49	14	192	91	4,9	
24	53	15	201	96	7,0	

27	57	16	208	99		
27:30 lope- tus		17	210	100	10,4	
7 min					11,0	
10 min					8,6	
						0,80

Ottelun aikaisissa mittauksissa ensimmäisessä ottelussa ensimmäisen erän jälkeen koehenkilön syke oli 198 lyöntiä minuutissa. Toisen erän jälkeen sykervot saatiin kirjattua hetken viiveellä, jolloin sykemittari näytti lukemaa 182 lyöntiä minuutissa. Laktaattimittausta ei ensimmäisen ottelun ensimmäisestä erästä saatu taltioitua. Ensimmäisen ottelun toisen erän jälkeen laktaattipitoisuus oli 10,9 millimoolia litraa kohden.

Toisessa ottelussa sykkeet olivat ensimmäisen ja toisen erän jälkeen 201 ja 201 lyöntiä minuutissa. Laktaattipitoisuudet puolestaan ensimmäisen erän jälkeen 12,1 millimoolia litraa kohden ja toisen erän jälkeen 17,7 millimoolia litraa kohden. Sykemittarin tallentaman datan mukaan ottelunaikainen maksimisyke oli 205 lyöntiä minuutissa. Ottelun syke- ja laktaattiarvot ovat esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Harjoitusottelun erien jälkeiset syke- ja laktaattimittaukset

1. Ottelu	Ensimmäinen erä	Toinen erä
<i>Syke (bpm)</i>	198	182 (viivästynyt mittaus)
<i>Laktaatti (mmol/l)</i>	-	10,9 mmol/l
2. Ottelu	Ensimmäinen erä	Toinen erä
<i>Syke (bpm)</i>	201	201
<i>Laktaatti (mmol/l)</i>	12,1 mmol/l	17,7 mmol/l

Nopeutta mittaavassa juoksutestissä 30 metrin juoksuaika oli 4,02 sekuntia, josta ensimmäisen 20 metrin väliaikatulos oli 2,89 sekuntia. Sveitsiläinen risti-ketteryytestissä urheilija suoritti radan 9,57 sekunissa. Toisessa ketteryystes-

tissä, T-testissä, urheilija suoritti testin jaardeilla mitatulla radalla 9,35 sekunnissa. Metriyksiköllä tehdyssä T-testissä urheilijan paras aika oli 9,94 sekuntia.

Liikkuvuustesteistä ensimmäisenä tehtiin eteenkurotustesti, jossa molemmilla käsillä tehtynä tulokseksi tuli 46 senttimetriä lähtöpisteestä mitattuna. Pelkästään oikealla kädellä tehtynä tulos oli 50 senttimetriä, kun taas vasemmalla kädellä urheilija ylsi 45 senttimetriin. Haarataivutustestissä tulos oli 95 senttimetriä. Kyljen sivutaivutustestissä tulos oli 23,5 senttimetriä oikealle puolelle ja 23,5 senttimetriä vasemmalle puolelle.

Hypymattotestissä staattisen hypyn tulos oli 46 senttimetriä. Esikevennyksessä hypyissä testitulokseksi tuli 53 senttimetriä ja käsien heilautuksen kanssa tehdyssä esikevennyksessä hypyissä tulos oli 55 senttimetriä. Takakyökyn kolmen toiston maksimi oli 120 kilogrammaa. Penkkipunnerruksen kolmen toiston maksimi oli 72 kilogrammaa.

Inbody -mittauksen tuloksena koehenkilön paino oli 62,6 kilogrammaa, josta lihasmassaa 33,2 kilogrammaa. Urheilijan painoindeksi (BMI) oli 22,7 ja rasvaprosentti 7,2. Neljän mittauskohdan ihopoimiumittaus antoi urheilijan rasvaprosentiksi 5,5. Inbody -mittauksen mukaan oikean käden ja vasemman käden lihasmassajakauma oli 3,14 kilogrammaa ja 3,19 kilogrammaa. Oikean ja vasemman jalan lihasmassat taas olivat 8,56 kilogrammaa ja 8,53 kilogrammaa.

4.2 Tutkimustulosten analysointi

4.2.1 Kestävyys

Testin alussa, lämmittelyn jälkeen testin kahden ensimmäisten tason aikana urheilijan laktaattipitoisuudet laskivat lähtötasosta. Urheilijan keho siis huuhtelee laktaatteja hyvin matalilla tehoilla liikuttaessa. Testin perusteella laskettujen sykerajojen perusteella urheilijan tehdessä tällaisia palauttavia ja huoltavia harjoituksia sykkeiden olisi hyvä pysyä alle 135, jotta teho olisi tarpeeksi matala. (Kivistö 2016.) Urheilijan sykealueet on esitetty taulukossa 4.

Testin aikana aerobinen kynnyks ylitettiin testin neljännellä kuormalla, jolloin laktaattipitoisuudet kohosivat 2,1 millimooliin litraa kohden. Kuorman päätteeksi

urheilijan syke oli 166 lyöntiä minuutissa. Aerobisella kynnyksellä tarkoitetaan sitä työtehoa, jossa laktaattipitoisuus alkaa ensimmäisen kerran nousta yli perustason, mutta elimistö poistaa sitä edelleen tehokkaasti eikä se näin pääse nousemaan kovin paljoa. Aerobinen kynnykset erottaa perus- ja vauhtikestävyysalueet toisistaan. (Mero, Keskinen & Vuorimaa 2007, 360.)

Urheilijan peruskestävyysalue on siis tämän alapuolella, 135 – 160 välimaastossa. Peruskuntoharjoittelua tehtäessä sykkeiden tulisi pysyä tällä välillä. Peruskestävyysaluetta on hyvä rasittaa monipuolisesti koko alueen kehittymiseksi (Kivistö 2016). Urheilijan aerobisen kynnyksen raja kulkee sykkeen ollessa noin 161. Tämän aerobisen kynnyksen ylittämisen jälkeen laktaattipitoisuudet lähtivät kohoamaan melko nopeasti. Urheilijalla sykkeen noustua yli 167 alkoi elimistön kyky puskuroida laktaattia toimimaan selkeästi heikommin.

Anaerobinen kynnykset saavutettiin 6. kuorman aikana, jonka päätteeksi syke oli 188 lyöntiä minuutissa ja laktaattit nousivat 2,8 -> 3,7 millimooliin litraa kohden (Kivistö 2016). Anaerobisella kynnyksellä tarkoitetaan sitä työtehoa, jonka jälkeen veren laktaattipitoisuuden nousu alkaa kiihtyä. Anaerobinen kynnykset on urheilijan kunto-ominaisuuksista riippuen 65 – 90 prosenttia maksimista. Suorituskyvyn kannalta anaerobinen kynnykset olisi hyvä saada nostettua mahdollisimman lähelle maksimisuoritusta (Nummela 2007, 76; Kivistö 2016).

Tällä urheilijalla anaerobinen kynnykset oli 87 prosenttia maksimisuorituksesta ($((183 \times 100) \div 210)$). Tämä kynnykset erottaa vauhtikestävyys- ja maksimikestävyysalueet toisistaan. Vauhtikestävyysharjoittelussa työalueena on aerobisen kynnyksen, ja hieman yli anaerobisen kynnyksetehon välinen tehoalue. (Mero ym. 2007, 360.) Maksimikestävyyttä harjoitetaan anaerobisen kynnyksetehon yläpuolella tapahtuvalla harjoittelulla. (Mero ym. 2007, 360.) Urheilijan kynnyksarvot ovat esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Urheilijan kynnyksarvot.

	Syke x/min	Laktaatti mmol/l
Aerobinen kynnykset	161	2,1 mmol/l
Anaerobinen kynnykset	183	3,4 mmol/l
Maksimi	210	11,0 mmol/l

Maksimi saavutettiin 27 minuutin ja 30 sekunnin kohdalla, jolloin 17 kilometrin tuntivauhtia oli pidetty yllä 30 sekuntia. Testin perusteella elimistön kyky tuottaa energiaa anaerobisesti on melko hyvä (Kivistö 2016). Testin päättyessä urheilijan syke oli 210 lyöntiä minuutissa. Laktaattipitoisuudet taas olivat testin päättyessä 10,7 millimoolia litraa kohden ja vielä seitsemän minuutin jälkeen 11,0 millimoolia litraa kohden. Elimistö siis siirsi happoa hyvin pitkään lihaksistosta verenkiertoon. 10 minuutin kuluttua laktaattia oli 8,6 millimoolia litraa kohden, eli laktaattipitoisuudet lähtivät laskemaan.

Laktaatin poistonopeus on tämän mittauksen perusteella 0,80 millimoolia litraa kohden minuutissa. Laktaatin poistokyky on tämän perusteella kohtalainen. Laktaatin poistokyvyn merkitys korostuu intervallilajeissa (Nummela 2007, 69). Tämän vuoksi se on myös Taekwon-Dossa tärkeä ominaisuus. Tämän ominaisuuden kehittäminen voisi olla siis urheilijalle hyödyksi lajisuorituksen kannalta. Juoksumattotestin yhteydessä mitattu laktaatin poistonopeus voi kuitenkin olla melko karkea arvio todellisuudesta, minkä vuoksi laktaatin poistonopeudesta olisi hyvä olla muitakin näytteitä. Yleensä kynnsarvojen kehittäminen kehittää myös laktaatin poistonopeutta. (Nummela, 2007, 78.)

Testin viimeinen loppuun asti suoritettu taso tapahtui 57 millilitran kuormalla. Kuorma vastaa teoreettista hapenottokyvyn kuormaa, mutta ilman hengityskasumittauksia siitä ei voida vielä päätellä tutkittavan hapenottokykyä.

Maksimaalinen hapenottokyky on hyvin lajispesifinen ominaisuus, minkä vuoksi lajinomaisella testillä päästään parempiin tuloksiin kestävyyttä mitattaessa (Nummela 2007, 52, 76). Maksimaaliseen aerobiseen suorituskyykyyn vaikuttavat maksimaalisen hapenottokyvyn lisäksi hermo-lihasjärjestelmän toiminta ja suorituksen taloudellisuus. (Nummela 2007, 51.) Koska tämän tutkimuksen urheilija ei tee paljoa juoksuharjoittelua, varsinkaan juoksumatolla, suorituksen taloudelliset tekijät saattavat omalta osaltaan vaikuttaa testin tuloksiin (Nummela 2007, 77 – 78).

Taulukko 4. Urheilijan sykealueet.

Työalue		Syke
Peruskestävyys	huoltava harjoittelu	< 135
	aerobista kynnystä kehittävä	135 - 160
Vauhtikestävyys	VK:n ala-alue	160 - 170
	Anaerobista kynnystä kehittävä	165 - 180
Maksimikestävyys		> 175

Harjoitusottelutilanteessa urheilijan syke nousi 98 prosenttiin (205 bpm) aerobisen tasotestin perusteella saadusta maksimisykkeestä. Ottelun aikana koehenkilö työskentelee siis selkeästi anaerobisella tehoalueella (>85% HRmax), hyvin lähellä maksimaalista kestävyysuorituskykyään. Testi antoi samansuuntaisia tuloksia kuin Chiodon ym. (2011) tekemä tutkimus, jossa koehenkilöiden sykkeet olivat 90 prosenttia otteluaajasta tällä tehoalueella.

Ensimmäisen ottelun toisen erän jälkeen sykearvoa ei saatu heti kuormituksen päätyttyä, minkä seurauksena syke oli oletettavasti ehtinyt laskea. Ensimmäisen erän jälkeinen syke oli 198 lyöntiä minuutissa. Usein toisen erän jälkeinen syke on ensimmäisen erän jälkeistä korkeampi, joten voidaan arvioida sydämen lyöntinopeuden olleen joko samankaltainen tai hieman nopeampi (Haddad 2014, 3 – 4).

Harjoitusottelun laktaattipitoisuudet olivat toisen ottelusimulaation jälkeen jopa 160 prosenttia juoksumattotestillä saadusta tuloksesta. Urheilussa kuormitustavalla on suuri merkitys siihen, kuinka äärimmilleen urheilija pystyy itsensä vieämään. Ottelussa käytetään juoksua enemmän eri lihasryhmiä, mikä voi olla osasy syy korkeampiin laktaattitasoihin.

Korkein mitattu laktaattiarvo oli toisen ottelun toisen erän jälkeen mitattu 17,7 millimoolia litraa kohden, mikä on jo hyvin korkea laktaattipitoisuus. Tämä mitattu laktaattipitoisuus kohosi korkeammaksi kuin missään aiemmissa Taekwon-Dossa tehdyissä tutkimuksissa, joista korkein tiedossa oleva on ollut Hellerin ym. (1998, 246) mittaama 14,6 millimoolia litraa kohden. Saavutetut laktaattipitoisuudet asettuvat samankaltaisiin tuloksiin painissa mitattujen laktaattipitoisuuksien kanssa, jotka saattavat nousta jopa yli 20 millimooliin litrassa (Sarkkinen & Vääntinen 2016, 546).

Tässä tutkimuksessa saadun tuloksen analysoinnissa on huomioitava mittausolosuhteet, sillä mittaus tehtiin maajoukkueleirin aikana päivän toisissa otteluharjoituksissa, harjoituksen puolivälissä. Tällöin urheilija on otellut saman päivän aikana jo useita eriä ja tehnyt kuormittavia otteluharjoitteita. Tämän lisäksi on huomioitava, ettei kyseessä ole oikea kisaottelu, vaan harjoitusottelu. Kisaottelun kuormitus mitä todennäköisimmin eroaa harjoitustilanteesta sen tuomien psyykkisten stressitekijöiden sekä kisoja mahdollisesti edeltäneen painonpudotuksen kautta. Ottelusimulaatiossa ei ollut käytössä tatamia vaan ottelu käytiin urheilusalin muovimattoalustalla, mikä todennäköisesti myös vaikuttaa kuormitukseen.

Vastustajat olivat urheilijalle entuudestaan tuttuja, mikä vaikuttaa myös mahdollisesti ottelutapaan. Urheilijalta kysyttäessä ottelun kuormittavuutta, hän kuitenkin arvioi kuormittavuuden samantasoiseksi kisaotteluun verrattuna, joten voidaan kuitenkin olettaa kuormittavuuden olevan ainakin lähellä tätä. Koehenkilöä myös rohkaistiin kuvittelemaan ottelu kisaotteluna, mikä oletettavasti sai hänet antamaan kaikkensa.

4.2.2 Nopeus ja ketteryys

Nopeusjuoksutestissä urheilijan tulokset olivat 30 metrin matkalla 4,02 sekuntia, josta ensimmäisen 20 metrin väliaika oli 2,89 sekuntia. Sadowski ym. (2012, 143) vertailivat Puolan WTF Taekwondon mestaruuskisojen mitalistien, ja ei-mitalistien lentävän 30 metrin juoksuaikoja. Tutkimuksessa mitalistien 30 metrin juoksuaika oli $4,62 \pm 0,41$ sekuntia, kun taas ei-mitalistien $4,81 \pm 0,51$ sekuntia. Näihin aikoihin verrattuna tämän tapaustutkimuksen urheilijan aika oli selvästi nopeampi (4,02 s). Sadowskin ym. (2012) tutkimuksessa ei kerrottu koehenkilöiden menestyksestä kansainvälisissä kilpailuissa.

Urheilijoille tehdyn 30 metrin juoksun tulosten arviointiasteikolla (taulukko 5.) urheilijan tulos ylittää erinomaisen rajalle (Davis, Bull, Roscoe & Roscoe 1994, 119). Arviointiasteikolla ei olla määritelty, minkä lajiryhmän urheilijoille viitearvot ovat luotu.

Taulukko 5. Arviointiasteikko 30 metrin sprinttitestille (Davis ym. 2000)

30 metrin juoksu	Miehet (s)	Naiset (s)
erinomainen	<4,0	<4,5
yli keskitason	4,2 – 4,0	4,6 – 4,5
keskitaso	4,4 – 4,3	4,8 – 4,7
alle keskitason	4,6 – 4,5	5,0 – 4,9
heikko	>4,6	>5,0

Ball, Nolan & Wheeler (2011) mittasivat Australian Taekwondon olympiaedustajien 20 metrin juoksuajoiksi keskimäärin 3,37 sekuntia. Tey, Kwong, Rassiah & Ooi (2010) taas mittasivat Taekwondon kansainvälisen tason miesurheilijoiden 20 metrin juoksun ajaksi tutkimuksessaan $3,08 \pm 0,8$ sekuntia. Tämän tapaus-tutkimuksen urheilijan juoksuajat ovat siis nopeammat kuin aiemmat Taekwondossa mitatut 20 ja 30 metrin juoksuajat.

Sveitsiläinen risti -ketteryysradan tulosaika koehenkilöllä oli 9,57 sekuntia. Vertailuaineistona tähän testiin on käytetty Lapin urheiluakatemian pääsykoetestien tuloksia vuosilta 2013 ja 2015. Pääsykokeiden ketteryystestissä näiltä kahdelta vuodelta yhteensä viisi henkilöä alitti kymmenen sekunnin tulosajan. Paras testitulokseksi näiltä vuosilta oli 9,58 sekuntia. Tuloksia verrattaessa on otettava huomioon testattavien ikä. Pääsykokelaat olivat peruskoulun yhdeksäsluokkalaisia, urheilulukioon hakevia 15 – 16-vuotiaita nuoria urheilijoita eri lajiryhmistä. Vertailuarvoja vanhemmilta urheilijoilta ei valitettavasti ollut käytössä. Näihin tuloksiin verrattaessa tämän tapaus-tutkimuksen urheilijan ketteryysominaisuudet ovat kuitenkin tämän testin perusteella erinomaiset. Urheilijan suhteellisen pienestä koosta voi olla etua aitojen nopeaan alittamiseen.

T-testissä urheilijan ajat olivat jaardimitoilla tehdyssä testissä 9,35 sekuntia ja metrimitoilla tehdyssä 9,94 sekuntia. Kummatkin tulokset lukeutuvat arviointias- teikon mukaan erinomaisiksi. Viitearvot on esitetty taulukossa 6, johon on koottu kummankin mittayksikön mukaan tehdyt miesurheilijoille suunnatut viitearvot. Jaardimitoilla tehdyn taulukon viitearvot on luotu aikuisille joukkuelajien miesurheilijoille (Wood 2008). Metrimittojen mukaan tehdyllä viitearvoasteikolla ei ollut määritelty minkä lajiryhmän urheilijoille arviointitaulukko ovat tehty.

Taulukko 6. T-testin arviointitaulukko eri mittayksiköillä (Wood 2008; Mackenzie 2016)

	T-testi (jaardi) (s)	T-testi (metri) (s)
Erinomainen	<9,5	<10,01
Yli keskitason/hyvä	9,5 – 10,5	10,01 – 10,13
Keskitaso	10,5 – 11,5	10,13 – 10,37
Ali keskitason		10,37 – 10,67
Heikko	>11,5	>10,67

Vapaaottelijoille tehdyssä mittauksessa T-testin (jaardimitat) tulokset olivat $10,2 \pm 0,6$ sekuntia (Siqueido 2010, 25). Koropanovskin ym. (2011) maajoukkue-tason karatekoille tehdyssä tutkimuksessa testin tulokset (metrimitat) olivat ottelijoilla $10,83 \pm 0,28$ sekuntia. Mathunjwan ym. (2015) tutkimuksessa murrosikäisten (15,5 \pm 2,6 v.) Etelä-Afrikkalaisten Taekwondoitten ajat T-testissä olivat pojilla $12,6 \pm 1,2$ sekuntia (metrimitat).

Edellä esitettyjen tutkimustulosten perusteella tämän tapaustutkimuksen urheilijan ketteryyssominaisuuksia voidaan pitää kamppailulajin urheilijalle erittäin hyvänä. Tutkimustulosten rajallisen määrän vuoksi selkeiden johtopäätösten teko ei kuitenkaan ole mahdollista.

T-testi vaatii testattavalta kykyä liikkua eteen, sivulle ja taaksepäin, sekä vaihtaa suuntaa ja muuttaa kehon painopistettä nopeasti kartioihin kurkottaessa. Testi mittaa ketteryyden ohella jalkojen nopeutta ja voimantuottoa. (Paule, Madole, Garhammer, Lacourse & Rozenek 2000.) Vaikka testituloksia kamppailulajeista ei ollut käytössä enempää, yleisten vertailutaulukoiden perusteella urheilijan ketteryyssominaisuudet, jalkojen voimantuotto ja nopeus ovat erinomaiset.

4.2.3 Liikkuvuus

Liikkuvuuden mittaamiseen ei ole Taekwon-Dossa yhtenäisiä menetelmiä, jolloin testikäytännöt poikkeavat toisistaan paljon. Tämän vuoksi vertailua muihin tutkimuksiin on vaikea tehdä.

Tässä tutkimuksessa liikkuvuutta mitattiin kurotustestillä, kurotustestillä haarais-tunnassa ja selän sivutaivutustestillä. Eteenpäinkurotustestin tulokseen vaikuttavat takareisien, pohkeiden sekä alaselän liikkuvuus. Tässä testissä urheilijan tulos oli molemmilla käsillä kurotettuna 46 senttimetriä. ACSM (American College of Sports Medicine, 2000) taulukon mukaan tulos on hieman keskitason yläpuolella, noin 40 prosenttia väestöstä ylittää samaan tulokseen (Ahtiainen 2007, 182). Paavolan (2009, 38) tutkimuksessa kansallisen keskitason potkunyrkkeilijöiden testitulokset olivat keskimäärin 54 senttimetriä, eli selkeästi paremmat kuin tämän tapaustutkimuksen urheilijalla. Tutkimuksen otanta oli kuitenkin pieni (n=6), joten tulokset eivät kerro täysin luotettavasti potkunyrkkeilijöiden liikkuvuudesta.

Testit tehtiin myös yhden käden kurotuksella mahdollisten puolierojen kartoittamiseksi. Oikean käden kurotuksen tulokseksi saatiin 50 senttimetriä, kun taas vasemmalla kädellä 45 senttimetriä. Urheilijalla on taustalla urheilu-urallaan välilevyn pullistuma, jonka jälkeen selän liikkuvuus on ollut hänen oman tunteuksensa mukaan aiempaa heikompi ja uskoi tällä olevan vaikutusta puolieroon.

Jalkojen liikkuvuutta mitattiin myös haaraistunnasta eteentaivutuksella. Tässä testissä koehenkilön tulos oli 95 senttimetriä kantapäiden tasolla kulkevasta merkkiviivasta mitattuna. Testin tuloksiin ei ollut vertailtavia tuloksia saatavilla, mutta tämä toimii koehenkilölle itselleen hyvänä tasomittarina oman liikkuvuutensa mahdollisten muutosten osalta.

Kolmantena liikkuvuustestinä tehtiin kyljen ja selän liikkuvuutta mittaava selän sivutaivutustesti. Kyseisellä testillä on havaittu yhteyksiä selän toimintakykyyn (Ahtiainen, J. 2004, 184). Urheilijan tulokset olivat kummallekin puolelle 23,5 senttimetriä, eli puolieroja ei tässä testissä ollut. Tulokset ovat UKK-instituutin suomalaiselle väestölle luotujen 30 – 39-vuotiaiden viitearvoissa keskivertoa

paremmat. Viitearvoja nuoremmille ikäluokille ei oltu määritelty. Näiden viitearvojen perusteella 20 – 40 prosenttia suomalaisista 30 – 39-vuotiaasta pystyy samaan tulokseen. (Ahtiainen 2007, 185.)

Eteentaivutustestissä havaittu puoliero ei siis niinkään vaikuta sivullepäin taivutettaessa, vaan eteenpäin suuntautuviissa ja mahdollisesti myös kiertävissä liikkeissä, jota ei tässä tutkimuksessa testattu. UKK instituutin tekemien viitearvojen perusteella tulos on keskiarvon yläpuolella (Keskinen, Häkkinen & Kallinen 2007, 185). Tällä mittapuulla urheilijan liikkuvuutta sivutaivutusliikkeessä voidaan pitää hyvänä.

Urheilijan liikkuvuus on siis yleisellä mittapuulla hieman keskitason yläpuolella. Verrattaessa potkunyrkkeilijöiden liikkuvuuteen, urheilijan tulos jäi kuitenkin heikommaksi (Paavola 2009, 38). Samalla protokollalla tehtyjä mittauksia Taekwon-Dosta ei olla tehty, joten tuloksia ei voida verrata näihin.

4.2.4 Voimantuotto

Jalkojen voimantuottokykyä mitattiin tässä tutkimuksessa vertikaalihyppytestillä ja takakyykyn kolmen toiston maksimilla. Ylävartalon voimantuottoa taas mitattiin penkkipunnerruksen kolmen toiston maksimilla.

Vertikaalihypyissä urheilijan staattisen hypyn korkeus oli 46 senttimetriä, esikevennetyn hypyn (kädet lanteilla) 53 senttimetriä, ja esikevennetyn hypyn käsien kanssa 55 senttimetriä. Staattisen hypyn lentoaika kertoo urheilijan konsentrisesta voimantuottokyvystä, kun taas esikevennyshypyssä tulokseen vaikuttaa konsentrisen voimantuottokyvyn lisäksi hermo-lihasjärjestelmän kyky käyttää konsentrista työvaihetta edeltävä eksentrisen vaihe hyödykseen. Esikevennyshypyssä siis korostuu lihasten kyky käyttää hyväkseen elastista energiaa (Kyröläinen 2004, 153 – 154). Urheilijan kyky käyttää hyväkseen lihasten elastista energiaa on nostettu suureen rooliin hyvän suorituskyvyn saavuttamiseksi Taekwondossa (Marcovic ym. 2005; Moreira ym. 2015).

Bridge ym. (2014, 724) kokosivat kirjallisuuskatsauksessaan yhteen Taekwondon kansallisen ja kansainvälisen tason kilpailijoilla mitatut staattisen hypyn ja esikevennetyn hypyn tulokset. Tässä julkaisussa mukana olleiden tutkimusten

tulokset vaihtelivat miehillä staattisessa hypyssä 35,8 – 45,4 senttimetrin ja naisilla 23,7 – 29,8 senttimetrin välillä. Esikevennyshypyssä taas vastaavat tulokset olivat miehillä 39,3 – 43,9 senttimetriä ja naisilla 26,4 – 32,8 senttimetriä. Nämä tulokset olivat keskimäärin heikompia kuin muiden kamppailulajien kansainvälisen tason kilpailijoilla (Bridge ym. 2014, 723).

Lahti (2016, 18) esittää vapaaottelijoille optimaalisen esikevennetyn hypyn tuloksen olevan noin 53,9 senttimetriä tai korkeampi. Kyseisissä aineistoissa tulokset olivat mitattu käsien heilautuksen kanssa tehdyllä esikevennyshypyillä. Kansainvälisellä tasolla kilpailevien judokoiden esikevennyshyppyjen tulokset vaihtelevat Franchinin, Vecchion, Matsushigue, & Artiolin (2011) tekemän koonnin mukaan saman ikäluokan miehillä noin 45,1 – 63,7 senttimetrin välillä. Karaten maajoukkueottelijoiden esikevennyshyppykorkeus vaihteli kahden eri tutkimuksen mukaan 44,3 – 55,7 senttimetrin välillä (Koropanovskin ym. 2011; Tabben ym. 2014, 3). Painin kansainvälisen tason urheilijoiden esikevennetyn hypyn tulokset ovat tyypillisesti yli 50 senttimetriä (Sarkkinen & Vääntinen 2016, 548).

Urheilijan tulokset ovat siis Bridgen ym. (2014, 724) koontiin verraten muihin Taekwondossa kansallisella ja kansainvälisellä tasolla kilpaileviin urheilijoihin nähden staattisessa hypyssä hieman paremmat ja esikevennyksessä selkeästi paremmat. Tämä ero staattisen hypyn ja esikevennyshypyn välillä kertoo hyvistä elastisista ominaisuuksista (Kyröläinen 2007, 153). Tulokset eroavat Bridgen ym. (2014) kirjallisuuskatsauksen tuloksista, joiden perusteella Taekwondoitten voimantuotto-ominaisuudet ovat keskimäärin suhteellisen heikot. Esikevennetyn hypyn tulokset ovat muiden kamppailulajien kansainvälisen tason urheilijoiden kanssa samankaltaiset (Koropanovskin ym. 2011; Tabben ym. 2014, 3; Lahti 2016, 18).

Hyppyjen korkeutta ollaan mitattu hieman eri tavoilla eri tutkimuksissa, joten tuloksien tulkinnassa on hyvä huomioida mahdollinen mittavälineistöistä johtuva ero. Kaikissa testeissä ei myöskään määritelty käsien käyttöä hypyn aikana, mikä tuo eroavaisuuksia testituloksiin.

Maksimivoimaa mittaavissa kolmen toiston takakyyky- ja penkkipunnerrusteissa urheilijan tulos oli kyykyssä 120 kilogrammaa ja penkkipunnerruksessa

72 kilogrammaa. Kolmen toiston maksimaalisista tuloksista voidaan laskennallisesti ennustaa yhden toiston maksimitulos. Tämän voidaan takakykyssä ennustaa olevan 127 kilogrammaa $(120 \text{ kg} \times ((1,0278 - (3 \times 0,0278))^{-1} = 127 \text{ kg})$. Penkkipunnerruksen yhden toiston maksimitulos on vastaavalla kaavalla laskettuna noin 76 kilogrammaa.

Inbodymittauksessa urheilijan paino oli 62,6 kilogrammaa, jolloin siis takakykyyn yhden toiston maksimin ennustettu tulos (127 kg) on hieman yli kaksinkertainen urheilijan painoon nähden. Kyseinen tulos on tyypillinen kansainvälisen tason miespainijoille (Sarkkinen & Vänttinen 2016, 548). Kansainvälisen tason mieskaratekat saavuttivat Roschelin ym. (2009) tutkimuksessa takakykyyn yhden toiston maksimissa $113,3 \pm 15,1$ kilogramman tuloksia. Australian Taekwondon olympiaedustajien kolmen toiston kyykkymaksimit olivat Ballin, Nolanin & Wheelerin (2011) tutkimuksessa $88 \pm 2,89$ kg. Tähän verrattuna tämän tapaustutkimuksen urheilijan tulos (120 kg) oli erittäin hyvä. Edellä mainitussa tutkimuksessa tehdyn kyykyn syvyys ei ole tiedossa. Tutkimuksen otanta oli myös hyvin pieni ($n=4$), mikä on otettava huomioon tuloksia verratessa.

Penkkipunnerruksessa karatekoiden yhden toiston maksimi oli Roschelin ym. (2009) tutkimuksessa $76,3 \pm 16,8$ kilogrammaa, eli tulokset ovat keskiarvoltaan samat kuin tämän tapaustutkimuksen urheilijan ennustettu ykkösmaksimi. Tabbenin ym. (2014, 3) kamppailulajivertailun perusteella urheilijan tulokset penkkipunnerruksen yhden toiston maksimissa oli selkeästi heikompi kuin judokoiden keskiarvotulos (125 ± 16 kg), samantasoinen kuin karatekoiden (75 ± 13 kg) ja parempi kuin Taekwondoitten (68 ± 12 kg). Ball ym. (2011) raportoivat Australian Taekwondon olympiaedustajien kolmen toiston maksimipenkkipunnerruksen olleen $56 \pm 11,97$ kg, mikä on selkeästi tämän tapaustutkimuksen urheilijan tuloista heikompi.

Lahti (2016, 18) esittää vapaaottelijoille optimaalisen penkkipunnerruksen tuloksen olevan yli 1,4 kertaa henkilön oman kehonpainon verran. Tästä tuloksesta tämän tutkimuksen koehenkilön penkkipunnerrustulokset jäivät heikommiksi (1,2 kertainen).

Kaikenkaikkiaan urheilijan voimantuotto-ominaisuudet näyttäisivät olevan Taekwondon mittapuulla poikkeuksellisen hyvät (Ball ym. 2011; Bridge ym.

2014, 724; Tabben ym. 2014, 3). Alaraajojen maksimivoimatasot ovat kehonpainoon suhteutettuna erittäin hyvät myös muiden kamppailulajien vaatimustasoteikolla (Roschelin ym. 2009; Lahti 2016, 18; Sarkkinen & Vääntinen 2016, 548). Yläraajojen voimantuotossa urheilijan tulokset ovat paremmat kuin käytössä olleissa Taekwondotutkimuksissa, samankaltainen kuin karatetutkimuksissa, mutta heikommalla kuin painilajeissa ja vapaaottelussa. (Ball ym. 2011; Tabben ym. 2014, 3; Lahti 2016, 18; Sarkkinen & Vääntinen 2016, 548.)

4.2.5 Kehonkoostumus

Inbody -mittauksen tulosten mukaan urheilijan painoindeksi, eli BMI on 22,7. Tulos asettuu terve.fi:n taulukon mukaan normaalin painon kategoriaan (20 - 25). Tulos on samansuuntainen Arabacin ym. (2011, 75), Hellerin ym. (1998, 246), sekä Kazemin, Perrin & Soaven (2010) mittauksen kanssa, jossa kansainvälisen tason Taekwondo-ottelijoiden painoindeksit vaihtelivat 19,37 - 24,81 välillä. Urheilijan painoindeksin voidaan siis katsoa olevan tavanomainen kansainvälisen tason Taekwon-Do-ottelijalle.

Mittauksissa urheilijan rasvaprosentti oli Inbody -laitteella 7,2 ja ihopoimupihteillä mitattuna 5,5. Näiden tulosten ottamisen välillä oli kulunut aikaa useita kuukausia, joten tuloksia ei voida käyttää ihopoimupihtien ja Inbody -mittauksen tulosten arvioinnissa. Toisaalta myös, koska mittaustapa on eri, tämän mittauksen perusteella ei voida päätellä urheilijan rasvaprosentin muuttuneen näiden kuukausien aikana. Rasvaprosentin mittaaminen ei ole koskaan kummallakaan menetelmällä täysin absoluuttista.

Tulokset ovat kuitenkin samankaltaisia kuin Hellerin ym. (1998, 716 – 717) tutkimuksessa, jossa urheilijoiden rasvaprosentti kehonkoostumusmittauksissa saatujen tulosten mukaan oli ITF Taekwon-Don Tšekin maajoukkueurheilijoilla $8,2 \pm 3,1$ prosenttia. Chiodon ym. (2010) koonnin perusteella Taekwondoitten kehon rasvaprosentit vaihtelevat arviolta miehillä 7 – 14 prosentin, ja naisilla 12 – 19 prosentin välillä. Yleisellä mittapuulla koehenkilön rasvaprosentin tulos on hyvin alhainen, sillä kehon normaaliksi terveeksi rasvaprosentiksi miehillä luetaan 8 – 19,9 prosenttia. (Tanita 2016, 1).

American college of sport medicinen (2000) standarditaulukon mukaan 90 prosentilla miehistä rasvaprosentti on yli 7,1, eli vain noin 10 prosentilla tämän alle (hoffman 2002, 181). Kehon toimintojen ylläpitämiseksi välttämättömän rasvan määrä kehossa on miespuolisilla henkilöillä arviolta noin kolme prosenttia kokonaispainosta, kun taas naisilla noin 12 prosenttia (Human Kinetics 2016) Urheilijan rasvaprosentti on siis kamppailulajien urheilijalle tyypilliseen tapaan hyvin alhainen.

Urheilijan käsien lihasmassajakauman mukaan lihasmassaa on 3,14 kilogrammaa oikeassa kädessä ja 3,19 kilogrammaa vasemmassa. Oikean ja vaseman jalan välille lihasmassa taas jakautui 8,56 kilogrammaa oikeassa ja 8,53 kilogrammaa vasemmassa. Keskivartalon lihasmassa taas oli 24,9 kilogrammaa. Lihasmassaa näyttäisi siis olevan hieman enemmän vasemmassa kuin oikeassa kädessä. Jaloissa taas oikeassa jalassa lihasmassaa on hieman enemmän kuin vasemmassa. Raajojen välillä ei kuitenkaan ollut merkittäviä puolieroja, vaan tulokset olivat lähes symmetriset. Lihasmassa asetettiin Inbodyn viitearvojen mukaan normaalin kategoriaan, joskin sen yläosioon.

4.2.6 Johtopäätökset ja harjoittelun kehitysehdotukset

Vertailtaessa urheilijan ominaisuustesteistä saatuja tuloksia Taekwondon kansainvälisellä tasolla kilpaileviin muihin testattuihin urheilijoihin, koehenkilön tulokset olivat erittäin hyvät. (Ball ym. 2011; Sadowski ym. 2012; Bridge ym. 2014, 721 – 726)

Ketteryys, nopeus ja voimantuotto olivat Taekwondotutkimuksiin verrattuna poikkeukselliset hyvät (Ball ym. 2011; Sadowski ym. 2012; Bridge ym. 2014, 721 – 726). Vertailtavia tuloksia kestävyuden osalta ei ole, sillä epäsuoran aerobisen testin tulokset eivät ole vertailukelpoisia suoran hapenotto-kyvyn testitulosten kanssa. Liikkuvuuden vertailuun ei ollut käytössä Taekwondotutkimuksia, mutta suomalaisen väestön mittapuulla liikkuvuus oli keskitasoa parempi. Kansallisen tason potkunyrkkeilijöihin verrattuna tulokset jäivät kuitenkin paljon heikommiksi (Paavola 2009, 38). Urheilijan kehonkoostumus vaikuttaisi olevan hyvin tyypillinen Taekwon-Do-ottelijalle (Heller ym. 1998, 716 – 717; Chiodo ym. 2010)

Kehitetyiskohteeksi urheilijalle voitaisiin testitulosten perusteella nostaa peruskunnon- ja maitohapon puskurointikyvyn harjoittamisen. Urheilija hyötyisi aerobisen ja anaerobisen kynnyksen nostamiseen tähtäävästä harjoittelusta. (Kivistö 2016.) Vaikka liikkuvuus on hyvä suomalaisen väestön mittapuulla, Taekwon-Do vaatii kuitenkin hyvin kehittynyttä liikkuvuutta, minkä vuoksi urheilija voisi kiinnittää sen harjoittamiseen hieman lisää huomiota. Varsinkin yhden käden kurotustestissä havaitut puolierot olisi hyvä ottaa huomioon liikkuvuusharjoittelua tehdessä.

Vaikka kestävyysominaisuuksien testitulokset eivät ole vertailtavissa samoin kuin muiden ominaisuuksien testitulokset, aerobinen tasotesti ja ottelusimulaatio osoittivat selkeitä kehityskohteita urheilijan kestävyysominaisuuksissa. Kisaottelusimulaatiossa laktaattipitoisuudet nousivat hyvin korkeiksi (17,7 mmol/l). On arveltu, että urheilussa vaativan teknisen suorituksen esittäminen sallii enintään 8 – 9 millimoolia litraa kohden olevat arvot, ennen kuin suorituksen laatu alkaa heiketä (Haarala & Valto 2016, 335). Taekwon-Do on teknisesti haastava laji. Tämän vuoksi urheilijalle voisi olla edullisempaa kestävyysharjoittelussaan laktaatin sietokyvyn harjoittamisen sijaan kehittää lajikestävyyttään siten, ettei happamuus hyvien kestävyysominaisuuksien ansiosta nousisi niin korkeaksi (Haarala & Valto 2016, 335).

Urheilijalle kestävyysominaisuuksien harjoitteluun jatkossa voitaisiin näiden mittausten perusteella suositella peruskuntopohjan nostamista elimistön palautumiskyvyn lisäämiseksi. Tämän lisäksi urheilija hyötyisi aerobisen ja anaerobisen kynnyksen nostamiseen tähtäävästä harjoittelusta sekä maitohapon puskurointikykyä tukevasta harjoittelusta.

Usein sanotaan peruskestävyyden olevan edellytys lajinomaisten kestävyysominaisuuksien kehittymiselle. Peruskestävyys on siis pohja kaikelle kestävyydelle, ja edellytys kilpailukauden lähestyessä tehtäville teoharjoituksille ja niistä palautumiselle. (Nummela, Keskinen & Vuorimaa 2007, 335.) Tällä urheilijalla peruskuntoharjoittelu tulisi tapahtua sykevälillä 135 – 160 (Kivistö 2016). Peruskestävyysharjoittelu kehittää myös parhaiten aerobista kynnystä (Nummela 2007, 77).

Anaerobisen kynnystehon nostamiseksi urheilijan tulisi harjoitella vauhtikestävyysalueella, eli aerobisen kynnystehon ja hieman yli anaerobisen kynnystehon välisellä tehoalueella (Nummela 2007, 76). Tälle urheilijalle kyseinen tehoalue on sykevälillä 160 – 180. Urheilijan sykerajat eri kestävyuden alueille esitettiin taulukossa 4.

Laktaatin puskurointikykyvyn kehittämiseen sopii nopeuskestävyys harjoittelu, josta tarkemmin määrä- ja tehointervalliharjoitteet. Määräintervalleissa suorituksen kesto vaihtelee 15 – 180 sekuntia, joista toistopalautukset ovat 0,5 – 3 minuuttia. Harjoituksen teho on 50 – 75 prosenttia maksimista. Sarjapalautukset tämän tyyppisessä harjoittelussa on 3 – 6 minuuttia. Veren laktaattipitoisuudet ovat tämän tyyppisessä harjoittelussa noin 4 – 9 millimoolia litraa kohden. Intervalleja yhdessä harjoituksessa voi olla niiden pituudesta ja tehosta riippuen 5 – 30 kappaletta.

Tehointervalliharjoittelussa taas suorituksen kesto vaihtelee 15 ja 120 sekunnin välillä, suoritustehon ollessa 75 – 85 prosenttia maksimista. Toistopalautukset ovat hieman pidempiä, noin 2 – 5 minuuttia. Sarjapalautukset puolestaan noin 4 – 10 minuuttia. Laktaatit nousevat näissä harjoituksissa korkeammiksi, noin 7 – 12 millimooliin litraa kohden. Tehointervalliharjoituksissa intervaleja voi olla noin 5 – 20 kappaletta. (Forsman & Lampinen 2008, 419; Nummela 2016, 296.)

Kestävyys on aina lajispesifi ominaisuus, minkä vuoksi sen harjoittamisen tulisi tapahtua lajinomaisella tavalla (Nummela, Keskinen & Vuorimaa 2007, 333). Edellä esitettyjä intervaleja voi soveltaa esimerkiksi pistemaali- tai varjonyrkkeilyharjoitteluun, jolloin työ tapahtuu lajinomaisilla lihastyömuodoilla ja lajissa käytettävillä lihasryhmillä.

5 POHDINTA

5.1 Opinnäytetyön tavoitteiden saavuttaminen

Opinnäytetyöni tavoitteena oli luoda urheilijaprofiili Taekwon-Don MM-hopeamitalistin fyysisten ominaisuuksien pohjalta ja vertailla saatuja ominaisuuksia lajin muihin huipulla kilpaileviin urheilijoihin. Työn tarkoituksena oli tuottaa urheilijalle dataa omasta suorituskyvystään ja mahdollisista kehityskohteistaan, mikä voisi näin auttaa urheilijaa oman harjoittelunsa kehittämisessä.

Mielestäni tutkimuksella onnistuttiin luomaan suhteellisen kattava kokonaiskuva urheilijan fyysisistä ominaisuuksista. Taekwon-Doa, niin kuin muitakin kamppailulajeja, on tutkittu kohtalaisen vähän. Eri tutkimusten välillä ei ollut kovinkaan yhdenmukaisuutta testausmenetelmissä, ja tämän vuoksi testien valitseminen tutkimukseen tuntui haasteelliselta. Tutkimuksiin käytettyjen testien eroavaisuuksien vuoksi luotettavien vertailujen tekeminen oli myös haastavaa.

Tutkimuksen myötä esille nousi asioita, joihin jatkossa voitaisiin kiinnittää paremmin huomiota urheilijan harjoittelussa ja sen ohjelmoinnissa. Uskon työstä olevan hyötyä urheilijalle, mikä olikin yksi työn tärkeimmistä tavoitteista. Urheilijan fyysiset ominaisuudet olivat kuitenkin suurilta osin joko samaa luokkaa, tai paremmat kuin useimmilla Taekwondon huipulta saaduilla urheilijamittauksilla, joten fyysiset ominaisuudet ovat täten oletettavasti jo täysin riittävät urheilijan tavoitteiden saavuttamiseksi. Uskon taktisten ja psyykkisten ominaisuuksien kartoittamisen ja harjoittamisen tällä urheilijalla olevan fyysisten ominaisuuksien kehittämistä oleellisempaa tavoitteiden saavuttamiseksi.

5.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tavoitteena oli luoda yksi mahdollinen esimerkki fyysisten ominaisuuksien profiilista, jolla voidaan päästä huipulle Taekwon-Dossa. Kyseessä on kuitenkin nimenomaan tapaustudkimus ja yksittäinen urheilija, minkä vuoksi tutkimuksen tuloksia ei voida yleistää. Tutkimukselle olikin yleistämisen sijaan tärkeämpää ymmärryksen lisääminen. Tutkimuksessa käytettävät testit antoivat vastaukset

tutkimuskysymyksiin, minkä perusteella mittareiden validiteettia voidaan pitää hyvänä.

Jotta tutkimuksessa käytettyjen mittausten reliabiliteetti olisi hyvä, samoissa olosuhteissa samoilla mittareilla mitattuna testitulosten tulisi olla uudelleen mitattuna kutakuinkin sama. Suurin osa tutkimuksessa käytetyistä testeistä on standardisoituja testejä, joilla on todettu olevan hyvä reliabiliteetti. Mittaukset suoritettiin määrällisesti ja tulokset olivat numeraalisia, joten mittaajalla ei ole tämänkaltaisissa testeissä niinkään vaikutusta testin tuloksiin. Testitulosten vertailu ja analysointi tapahtui numeraalisesti yleisiin viitearvoihin ja aiempiin tutkimustuloksiin verraten, minkä ansiosta suoritusta ei voida arvioida juurikaan oman mielen ja tulkintojen mukaan.

Mittarit fyysisten ominaisuuksien kartoitukseen pyrittiin valikoimaan mahdollisuuksien mukaan standardisoiduista ja luotettaviksi havaituista testeistä. Ottelun kuormittavuuden mittaamiseksi tällaiseen ei tosin ollut mahdollisuutta, ja tämä omaakin tässä tutkimuksessa käytetyistä testeistä siten heikoimman reliabiliteetin.

Ottelun kuormittavuuden mittaaminen tapahtui harjoitustilanteessa, minkä vuoksi ympäristön muuttajat ovat vaikeasti hallittavissa useiden eri tekijöiden vuoksi. Harjoitustilanteessa mitatut tulokset eivät todennäköisesti myöskään vastaa täysin kilpailutilannetta.

Laktaattiarvojen mittaamisessa tapahtuneen virheen vuoksi ensimmäisen ottelun ensimmäisen erän jälkeinen mittaustulos päädyttiin hylkäämään, sillä sitä ei voitu pitää täysin luotettavana. Ensimmäisen ottelun toisen erän jälkeistä sykearvoa ei saatu tarkastettua välittömästi erän päätyttyä, minkä vuoksi se ei kerro totuudenmukaisesti ottelunaikaisesta sydämen lyöntitiheydestä. Muiden erien jälkeiset mittaukset saatiin kuitenkin toteutettua häiriöittä.

Koehenkilö osallistui tutkimukseen vapaaehtoisesti ja oli tietoinen julkaistavasta sisällöstä. Tutkimustulokset ovat esitetty rehellisesti ja testien toteutuksen kulku on avoimesti ja huolellisesti raportoitu työssä. Lähteitä on työssä käytetty kunnioittaen niiden alkuperäisiä tekijöitä tietoa vääristelemättä tai tahallisesti kopioimatta.

Tapaustutkimuksen urheilija ja testaaaja tunsivat toisensa jo entuudestaan. Tällä olisi voinut olla vaikutusta kvalitatiivisessa työssä, jossa tiedonkeruu olisi tapahtunut haastatteluilla ja kyselyillä. Nyt kun kyseessä oli kuitenkin määrällinen tutkimus, jossa tulokset mitattiin fyysisistä suorituksista numeraalisessa muodossa, testajalla ei ole samalla tavalla vaikutusta saatuihin tuloksiin.

5.3 Tutkimuksen arviointi ja kehitysidea

Testitulosten analysointivaiheessa huomasin joitakin aukkoja profiilissa. Joidenkin testien poisjättämistä ja joidenkin testien lisäämistä kokonaisuuteen voitaisiin harkita uudelleen. Mikäli nyt koostaisin testipatteriston uudelleen, lisäisin testistöön joitakin testejä. Yksi näistä olisi anaerobisen tehon mittaaminen, jossa käyttäisin todennäköisesti Wingaten testiä. Anaerobinen teho on ominaisuus joka määriteltiin useissa tutkimuksessa merkittäväksi ominaisuudeksi Taekwon-Dossa. Tämän testin tuloksiin lajista olisi saanut myös hyvää vertailumateriaalia.

Kestävyuden mittaamiseen käytettiin tässä tutkimuksessa juoksumattso testiä. Jatkossa kestävyuden mittaamiseen voitaisiin kuitenkin kehittää lajinomaisempi testi. Tutulla työskentelytavalla urheilija kykenisi todennäköisemmin viemään kestävyyskykynsä paremmin äärimilleen. Lajinomaisessa kestävyystestissä testin tulokset korreloisivat myös vahvemmin lajisuorituksen kanssa. Kestävyyskulujuoksumattso testin idea sovellettuna potkuin ja lyönnein pistemaaleihin tai nyrkkeilyssäkin tehtäväksi voisi esimerkiksi toimia lajinomaisena kestävyuden mittaajana.

Jalkojen voimantuottoa mitattiin vertikaalihypyillä kontaktimattotestillä. Ottelussa voimaa ei kuitenkaan kovinkaan usein tuoteta suoraan ylöspäin, jonka vuoksi olisi mielenkiintoista testata myös esimerkiksi vauhdittoman tasaloikan pituutta. Tämä testi olisi myös helppo tehdä uudelleen ilman hankalasti saatavia testivälineitä, jolloin urheilijan olisi helpompi seurata kehitystään myös omatoimisesti. En koe, että vertikaalihyppytestiä olisi tarvinnut korvata horisontaalisen suunnan testillä, mutta se olisi ollut hyvä lisätesti kokonaisuuteen. Tästä testistä ei tosin olisi tiedettävästi ollut käytettävissä Taekwon-Dossa saatuja vertailutuloksia.

Yläraajojen voimantuoton mittaus tehtiin kolmen toiston maksimaalisella penkkipunnerrustestillä. Näin saatiin tietoa urheilijan maksimaalisesta voimantuotokyvystä. Lihastyösuunta on lyönnin kanssa samansuuntainen, ja käytössä on hyvin pitkälti myös samat lihasryhmät, mikä oli yhtenä syynä testin valintaan.

Taekwon-Do-ottelussa ei pyritä vastustajan tyrmäämiseen, eikä lyöntien näin ollen ole tarkoitus olla kovin voimakkaita. Ottelussa lyöntien nopeus on kuitenkin merkittävä tekijä. Nopeuteen puolestaan räjähtävällä voimantuotokyvyllä on suuri merkitys. Ylävartalon nopeaa voimantuottoa oltaisi voitu mitata lajinomaisesti esimerkiksi heittoporttitestillä, jossa pallon heitto tapahtuisi lyönninomaisesti suoraan eteenpäin otteluasennosta. Tämä olisi ollut hyvä lisä testistöön, sillä Taekwon-Dossa absoluuttista voimaa tärkeämpää on kyetä tuottamaan voimaa mahdollisimman nopeasti ja räjähtävästi nopeisiin hyökkäyksiin.

Liikkuvuuden mittaamiseksi käytettiin tässä tutkimuksessa eteentaivutustestiä sekä jalat suorina edessä, että haaraistunnassa. Tämän lisäksi kylkien ja selän liikkuvuutta mitattiin kyljen sivutaivutustestillä. Edellämainitut testit mittaavat lähinnä passiivista liikkuvuutta. Liikkuvuuden testaamista oltaisiin voitu kehittää ottamalla mukaan toiminnallista liikkuvuutta mittaavia testejä. Taekwon-Don kaltaisessa lajissa, jossa dynaamisen liikkuvuuden merkitys on suuri, passiivisten venytystestien tulokset eivät välttämättä korreloi suoraan suorituskykyyn. Valittuihin testeihin kuitenkin päädyttiin vertailutuloksien mahdollistamiseksi. Toiminnallisen liikkuvuuden testituloksia ei ollut Taekwon-Don, tai minkään muun kamppailulajin osalta saatavilla. Tutkimukseen valitut testit ovat helposti toistettavia. Testit olivat standardisoituja ja niihin oli valmiiksi olemassa viitearvot, mikä myös vaikutti testien valintaan tässä tutkimuksessa.

Oman kokemukseni mukaan Taekwon-Doa pitkään harrastaneella urheilijalla liikkuvuus on tämän tutkimuksen testeissä tehtäviin suuntiin suhteellisen hyvä. Näin ongelma-alueet liikkuvuuden ja lihaskireyksien osalta ovat todennäköisesti muualla. Epäilen suurempien lihaskireyksien olevankin reiden takaosan lihasten ja jalkojen lähentäjälihasten sijaan niiden antagonistilihaksissa, kuten lonkan koukistajissa ja jalan loitontajissa, jotka joutuvat kovaan kuormitukseen Taekwon-Dossa.

Testistöön olisi voinut olla hyvä ottaa lisäksi tasapainoa, ja ennenkaikkea dynaamista tasapainoa mittaavia testejä. Ottelussa tulee paljon pyörähdyksiä, yhden jalan varassa olemista, sekä lyöntejä ja potkuja haastavista asennoista, joten dynaaminen tasapaino on tärkeä ominaisuus hyvälle tekniselle suoritukselle. Myös muita taitavuutta mittaavia testejä olisi voinut hyödyntää profiilin luomisessa. Näitä ominaisuuksia ei ole Taekwon-Do-ottelijoilla juurikaan testattu.

Edellä mainittujen lisäksi tärkeäksi havaittu ominaisuus, jota ei mitattu tässä tutkimuksessa, on reaktionopeus. Ottelussa urheilijan on kyettävä reagoimaan nopeasti vastustajansa liikkeisiin, joten reaktionopeuden vaikutus suorituskykyyn on merkittävä.

Testauksista haastavimmat toteuttaa olivat kenttätestit, joissa urheilijan sykearvot ja laktaatit mitattiin ottelusimulaation aikana. Sykemittarin toimintaa ottelutilanteessa olisi tullut harjoitella koehenkilön kanssa ensin tavallisissa otteluharjoituksissa. Tämän tutkimuksen ottelumittaukset olivat alunperin määrä tapahtua harjoituskilpailuissa. Tulosten saanti kuitenkin epäonnistui, sillä sykevyö oli ottelun aikana liikkunut siten, ettei mittari antanut sykearvoja urheilijan tullessa erätaulle. Ottelusta saatiin mitattua laktaattiarvot, mutta nämä tulokset jätettiin puuttuvien sykearvojen vuoksi pois tästä opinnäytetyöstä.

Tässä työssä käytettyjen tulosten varsinaisessa testaustilanteessa ilmeni myös luotettavuutta horjuttavia vastoinkäymisiä, jonka vuoksi yksi mittaustulos jouduttiin jättämään pois. Mittauksissa ensimmäisen ottelun ensimmäisen erän jälkeinen laktaattimittaus epäonnistui epäpuhtaan näytteen vuoksi. Tämä oltaisiin voitu välttää aputestaajien tarkemmalla varmistusperehdytyksellä tämän merkisen mittausvälineistön käyttöön. Ensimmäistä erää lukuunottamatta näytteenotto sujui oikeiden käytänteiden mukaan.

Muiden ominaisuuksien testaukset sujuivat hyvin, ja kehitystä omassa toiminnassa tapahtui koko ajan. Kaikenkaikkiaan tutkimusvaihe oli hyvin opettavainen.

Tutkimustulosten litterointi ja analysointivaihe oli yksi haastavimmista vaiheista opinnäytetyöprosessissa. Vertailukelpoisten tutkimustulosten saatavuus Taek-

won-Dosta ja muista kamppailulajeista oli suhteellisen heikkoa vähäisten tutkimusten ja tutkimusmetodien yhteneväisyyden puutteen johdosta.

5.4 Jatkotutkimusaiheet

Työn edetessä jatkokysymyksiä ja tutkimusideoita tuli mieleen jatkuvasti. Työn tekeminen syvensi todella paljon omaa ymmärrystäni Taekwon-Don vaatimista fyysisistä ominaisuuksista ja niiden tasovaatimuksista lajissa, mutta se sai aikaan myös paljon uusia kysymyksiä. Haluaisin saada tietää enemmän muiden ITF Taekwon-Dossa menestyneiden ottelijoiden fyysisten ominaisuuksien tasosta, sillä nyt suurin osa käytössä olleesta tutkimustiedosta tuli WTF Taekwondon puolelta. Tämän työn kaltainen tutkimus suuremmalla otannalla antaisi paremmin yleistettävää tietoa Taekwon-Don kansainvälisellä tasolla kilpailevien urheilijoiden fyysisten ominaisuuksien tasosta.

Muita mielenkiintoisia tutkimusaiheita ottelun parista olisi psyykkisten tekijöiden ja ominaisuuksien vaikutus kilpailumenestykseen sekä ottelun taktisen puolen tutkiminen. Fyysiset ominaisuudet ovat kuitenkin vain yksi menestykseen vaikuttava osa-alue, eikä näistä ominaisuuksista ole hyötyä mikäli niitä ei osata hyödyntää puuttellisten psyykkisten tai taktisten taitojen vuoksi.

Fyysisten ominaisuuksien korrelaatiosta lajisuoritukseen tarvittaisiin vahvempaa tutkimuksellista näyttöä. Kahdessa tutkimuksessa oltiin esimerkiksi havaittu menestyvien ottelijoiden saavuttavan nopeampia tuloksia 20 ja 30 metrin juoksussa. Olisi mielenkiintoista tutkia potkunopeutta nopeusantureilla ennen ja jälkeen tietynmittaisen nopeusharjoittelujakson, johon kuuluisi juoksuvetoja. Tästä voitaisiin saada viitteitä siirtykö juoksunopeus tai muu yleinen nopeusharjoittelu myös potkunopeuteen.

Taekwon-Dossa on ottelun lisäksi myös muita kilpailulajeja, ja esimerkiksi vastaavanlainen työ liikesarjojen tai murskauksen vaatimista fyysisistä tai psyykkisistä ominaisuuksista olisi hyvin mielenkiintoinen. Näitä osa-alueita on tutkittu selkeästi ottelua vähemmän.

5.5 Opinnäytetyö prosessina

Opinnäytetyön aiheen valinta ja rajaus oli työssä kaikkein vaikein ja aikaavievin vaihe. Tutkimuksen alkuperäisestä suunnitelmasta karsiutui loppujen lopuksi yli puolet pois, ja tässä vaiheessa ajatellen onkin hyvä että näin kävi, sillä se antoi syventyä aiheeseen paremmin. Nytkin työn aihe tuntui laajalta. Lopullisen muotonsa opinnäytetyön aihe sai syyskuussa 2015. Työn tekeminen jaksottui pitkälle aikavälille, ja koin työn käynnistyneen kunnolla vasta tammikuussa 2016, josta optimaaliseen työrytmiin pääsin helmi-maaliskuun vaiheessa. Tarkempi suunnitelma ja aikataulut opinnäytetyöprosessista kokonaisuutena olisi helpottanut työn etenemistä, ja mikäli nyt tekisin työn uudestaan panostaisin enemmän tämän pohjan luomiseen ja koko prosessin tarkkaan suunnitteluun sekä aikataulujen luomiseen ennen työn aloittamista.

Panostin teoreettisen viitekehyksen luomiseen, jonka vuoksi siihen kului paljon aikaa. Koin tämän tarkan syventymisen aiheesta tehtyihin tutkimuksiin oppimisen kannalta hyvin antoisaksi. Suurin osa teoreettisen viitekehyksen lähteistä koostuu englanninkielisistä Taekwon-Doon ja muihin kamppailulajeihin liittyvistä tutkimuksista ja kirjallisuuskatsauksista. Pysin löytämään työhöni mahdollisimman tuoreet lähteet ja onnistuin tässä mielestäni hyvin. Tämän vaiheen parhaiksi opeiksi koin ymmärryksen syvenemisen Taekwon-Don vaatimiin fyysisiin ominaisuuksiin ja niiden erityispiirteisiin. Ottaen huomioon aiheesta tehtyjen tutkimusten niukan määrän ja saatavuuden, koen teoreettisen viitekehyksen onnistuneeksi.

Tutkimuksen teko oli työssä oppimiskokemuksena myös hyvin antoisa vaihe. Omassa toiminnassani oli paljon kehitettävää, ja tässäkin osa-alueessa korostui yksityiskohtaisemman suunnittelun merkitys. Kehittämiskohteita olivat testaustilanteiden pidemmälle miettiminen, ja sitä kautta yllättävien muuttujien minimointi.

Tulosten analysointivaiheessa tulini huomanneeksi asioita, jotka olisin vielä halunnut saada selville. Näiden tulosten saaminen olisi vaatinut hieman erilaisia testikäytänteitä. Jälkikäteen toivon, että olisin mitannut tiettyjä asioita jopa ”varalta”, sillä tarpeettomien tulosten poisjättäminen on aina helpompaa kuin niiden

saaminen testausten jälkeen. Tarkan suunnittelun merkitys korostui lajisuoritusta mitattaessa, jolloin ympäristö ja olosuhteet olivat luonnostaan haastavampia ja hankalammin hallittavissa, kuin testausasemalla toteutetuissa testeissä.

5.6 Opinnäytetyö oppimiskokemuksena

Oppimiskokemuksena työ oli erinomainen. Opinnäytetyötäni olisi voinut kehittää paljon, ja mikäli tekisin työn uudestaan muuttaisin monta asiaa. Tämä prosessi on kehittänyt minua kriittisemmäksi ajattelijaksi ja tiedonhakijaksi, ja lisännyt substanssiosaamistani liikunta-alalla. Opin paljon tutkimuksen tekemisestä, ja sen tekeminen kasvatti vastuunottoon ja tarkkuuteen. Tahdon myös ilmaista kiitokseni yhteyshenkilölleni lajiliiton puolelta, jolta sain paljon tukea työni eri vaiheissa.

LÄHTEET

- Ahtiainen, J. 2007. Notkeus. Teoksessa L., Keskinen, K., Häkkinen, K. & M., Kallinen (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura Ry, 180 – 185.
- Ahtiainen, J. 2007. Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen. Teoksessa K., Keskinen, K., Häkkinen & M., Kallinen (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura Ry, 125 – 179.
- Ahtiainen, J. 2014. Maksimi- ja nopeusvoiman kehittäminen tukee tehokasta ja taloudellista lajisuoritusta. Jyväskylän yliopisto julkaisuarkisto. Viitattu 16.5.2016 <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/43991/ahtiainen%20urheilijoidenvoimaharjoitteludraft.pdf?sequence=1> sivut 2 – 4 .
- Allen, H. 2000. Dynamic Flexibility Training. National Strength and Conditioning Association. Viitattu 23.3.2016 http://journals.lww.com/nsca-scj/Citation/2000/10000/Dynamic_Flexibility_Training.10.aspx
- Apostolopoulos, N. 2001. Performance flexibility. Teoksessa B., Foran (toim.) High Performance Sports Conditioning – Modern Training for Ultimate Athletic Development. USA: Human Kinetics, chapter 3.
- Arabaci, R., Catticas, F., Cankaya, C. & Sahin, S. 2011. Assesment Body Composition and Leg Reaction Time of Elite Taekwondo Athletes. New World Sport Science Academy 2/2011, 139 – 147.
- Arabaci, R., Görgülü, R., & Çatıkkaş, F. 2010. Relationship Between Agility and Reaction Time, Speed and Body Mass Index in Taekwondo Athletes. E-Journal of New World Sciences Academy. 2/2010, 71 – 77.
- Ball, N., Nolan, E. & Wheeler, K. 2011. Antropometrical, Physiological, and Tracked Power Profiles of Elite Taekwondo Athletes 9 Weeks before the Olympic Competition Phase. The Journal of Strength and Conditioning Research. Viitattu 20.5.2016 https://www.researchgate.net/publication/51632455_Anthropometrical_Physiological_and_Tracked_Power_Profiles_of_Elite-Taekwondo_Athletes_9_Weeks_before_the_Olympic_Competition_Phase
- Burger-Mendonca, M. Oliveira, J., Cardoso, J. Bielavsky, M. & Azevedo, P. 2015. Changes in Blood Lactate Concentrations During Taekwondo Combat Simulation. Journal of Exercise Rehabilitation. Viitattu 25.2.2016 https://www.researchgate.net/publication/283213382_Changes_in_blood_lactate_concentrations_during_taekwondo_combat_simulation?ev=srch_pub&sg=gxQ1TLS1cGFqLlFEdQ5N0PdpTVRqyMZ_dfFPCmclTufbnTn-STli46vJMuSNsHec.ayZamcnTEYC8qliHzwsRRkZ8eKSIFykzmj5dsxpXFHWp_03PWqP419ZgVeepY28J.C7gZxDUEj-dP2HfsbeE0qOAJWLEB4ONHEblO3WKB6GiqrfvB14SPk_uex7ujSw6y

Bompa, T. & Haff, G. 2009. Periodization – theory and methodology of training. Human Kinetics.

Brady, D. 2013. Plyometric Training for Agility and Speed. Kuva. Viitattu 5.5.2016 <http://www.sportscience.co/sport/plyometric-training-for-agility-and-speed/>

Bridge, C., Santos, J., Chaabene, H., Pieter, W. & Franchini, E. 2014. Physical and Physiological Profiles of Taekwondo Athletes. Sports Med. 44/2014, 713 - 733. Viitattu 15.4.2016
https://www.researchgate.net/publication/260253245_Physical_and_Physiological_Profiles_of_Taekwondo_Athletes

Campos, F., Bertuzzi, R., Dourado, A., Santos, G. & Franchini, E. 2011. Energy Demands in Taekwondo Athletes During Combat Simulation. European Journal of Applied Physiology. 4/2012, 1221-1228.

Carter, C. 2001. Designing Periodized Workouts and Training Programs. Volleyball. Teoksessa B, Foran. High Performance Sports Conditioning – Modern Training for Ultimate Athletic Development. USA, Human Kinetics, chapter 15.

Chaabene, H. 2015. Karate Kumite: How to Optimize Performance. Physical Determinants of Karate Kumite. USA, OMICS group ebooks. Viitattu 15.4.2016
<http://www.esciencecentral.org/ebooks/karate-kumite-how-to-optimize-performance/physical-determinants-of-karate-kumite.pdf>

Chaabene, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B. & Chamari, K. 2012. Physical and Physiological Profiles of Elite Karate Athletes. Journal of Sports Medicine. 10/2012, 829 – 843.

Chiodo, S., Salvatore, A., Tessitore, C., Cortis, C., Lupo, C., Ammendolia, A. Iona, T. & Capranica, L. 2011. Effects of Official Taekwondo Competitions on All-Out Performances of Elite Athletes. Journal of Strength and Conditioning Research 2/2011, 334 – 339.

Choi, H. 1999. Taekwon-Do – the Korean art of self defence. International Taekwon-Do federation. Canada.

Davis, R., Bull, C., Roscoe, J. & Roscoe D. 1994. Physical Education and the Study of Sport. Espanja: Mosby.

Fogelholm, M. & Rehunen, S. 1996. Ravitsemus, liikunta ja terveys. Jyväskylä: VK-Kustannus.

Forsman & Lampinen. 2008. Laatu käytännön valmennukseen – Oleellisen oivaltaminen tärkeää. Jyväskylä: VK-Kustannus Oy.

Franchini, E., Brito, C. & Artioli, G. 2012. Weight Loss in Combat Sports: Physiological, Psychological and Performance Effects. Journal of the International Society of Sports Nutrition 9/2012, 52.

Franchini, E., Vecchio, F., Matsushigue, K. & Artioli, G. 2011. Physiological Profiles of Elite Judo Athletes. *Journal of Sports Medicine*. 2/2011, 147 – 166. Viitattu 13.4.2016

https://www.researchgate.net/publication/49764158_Physiological_Profiles_of_Elite_Judo_Athletes

Gabbett, T & Sheppard, J. 2013. *Physiological Tests for Elite Athletes*. Australia: Human Kinetics.

Haarala, S & Valto, R. 2016. Taitoluistelun lajianalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja, K. Häkkinen (toim.) *Huippu-urheiluvalmennus*. Jyväskylä: VK-Kustannus Oy. 334 – 350.

Haddad, M. 2014. *Performance Optimization in Taekwon-Do: From Laboratory to Field*. Viitattu 10.5.2106

https://www.researchgate.net/publication/279557478_Physiological_responses_during-Taekwondo_training_and_competition

Hakkarainen, H. 2009. *Lasten ja nuorten urheiluvalmennuksen perusteet*. Jyväskylä: VK-Kustannus Oy.

Hall, C. & Lane, A. 2001. Effects of Rapid Weight Loss on Mood and Performance Among Amateur Boxers. *British Journal of Sports Medicine* 35/2001, 390 – 395. Viitattu 10.5.2016

www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1724425/pdf/v035p00390.pdf

Heinonen, S. *Kamppailuvalmennus*. 2000. Turku: Samline

Heller, J., Peric, T., Dlouha, R., Kohlikova, E., Melichna, J. & Nonakova, H. 1998. Physiological Profiles of Male and Female Taekwon-Do (ITF) Black Belts. *Journal of Sport Sciences*, 16/1998, 243 – 249. Viitattu 10.5.2016

https://www.researchgate.net/publication/13688530_Physiological_profiles_of_male_and_female_taekwon-do_ITF_black_belts

Hiltunen, L. 2009. *Validiteetti ja reliabiliteetti*. Jyväskylän yliopisto. Powerpoint. Viitattu 20.5.2016

http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/Graduryhma/PDFt/validius_ja_reliabiliteetti.pdf
Sivut 1 – 13.

Hoff, J., Gran, A. & Helgerud, J. 2002. Maximal Strength Training Improves Aerobic Endurance Performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 5/2002, 288 – 295.

Häkkinen, K., Mäkelä, J. & Mero, A. 2007. *Voima*. Teoksessa A. Mero, A., Nummela, K., Keskinen & K., Häkkinen (toim.) *Urheiluvalmennus*. Jyväskylä: VK-Kustannus Oy, 251 – 292.

Häyrynen, V. 2010. *Urheiluvammojen ehkäisy Taekwon-Dossa*. Metropolia ammattikorkeakoulu. Fysioterapian koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 11.5.2016

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/24232/Hayrynen_Veera.pdf?sequence=1

Inbody. 2016. Luotettavuus. viitattu 20.5.2016 <http://www.inbody.fi/luotettavuus/>

International Taekwon-Do Federation – ITF. ITF World Junior & Senior Tournament Rules – Rules and Regulations. 2013. viitattu 22.4.2016: <http://www.taekwon-do.fi/@Bin/324846/ITF+World+Junior+%26+Senior+Tournament+Rules+-+In+force+of+January+1st,+2013.pdf>

Jeukendrup, A. & Gleeson, M. 2010. Human kinetics. Normal ranges of body weight and body fat. viitattu 26.4.2016 <http://www.humankinetics.com/excerpts/excerpts/normal-ranges-of-body-weight-and-body-fat>

Jouste, P. & Mero, A. 2016. Nopeuslajit – 100 m juoksun lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja & K. Häkkinen (toim.) Huippu-urheiluvalmennus. Juväskylä: VK-Kustannus Oy, 389 – 409.

Kalaja, S. 2016. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja & K. Häkkinen (toim.) Huippu-urheiluvalmennus. Juväskylä: VK-Kustannus Oy .

Kazemi, M., Perri, G. & Soave, D. 2010. A Profile of Olympic Taekwondo 2008 Competitors. The journal of Canadian Chiropractic Association. Viitattu 12.5.2016 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2989396/>

Kazemi, M., Shearer, H. & Choung, Y. 2005. Pre-competition habits and injuries in taekwondo athletes. The National Center for Biotechnology Information. Viitattu 20.4.2016 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15921510>

Kazemi, M., Waalen, J., Morgan, C. & White, A. 2006. A Profile of olympic taekwondo competitors. The National Center for Biotechnology Information. Viitattu 3.5.2016 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24357983>

Kim, S., Chung, K. & Lee, K. 1999. Taekwondo kyorugi. USA: Turtle press. Viitattu 7.3.2016 https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=-seAimD-V_sC&oi=fnd&pg=PA11&dq=Kim,+Chung+%26+Lee+1999+taekwondo&ots=XzS_PoeKAB&sig=1_dNmejLG82yl7TjraCY0qys6Ko&redir_esc=y#v=onepage&q=Kim%2C%20Chung%20%26%20Lee%201999%20taekwondo&f=false

Kivistö, R. 2016. Urheilijan juoksumattotestin tulokset. Sähköposti julia.patsi@edu.lapinamk.fi. 21.4.2016.

Koropanovski, N., Berjan, B., Bozic, P., Pazin, N., Sanader, A., Jovanovic, S. & Jaric, S. 2011. Antropometric and physical performance profiles of elite karate kumite and kata competitors. The National Center for Biotechnology Information. Viitattu 13.4.2016 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3588641/>

Kyröläinen, H. 2007. Nopeusvoima. Teoksessa K. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura Ry, 149 – 163.

Lahti, J. 2016. Sports analysis, training considerations, and applied methods for mixed martial arts. Jyväskylän yliopisto. Valmennus- ja testausoppi. Valmennusseminaari.

Lahtinen P. & Rautakorpi, T. 2013. Toiminnallisen lämmittelyohjelman vaikutukset 7.luokkalaisten liiketaito ominaisuuksiin. Jyväskylän yliopisto. Liikuntakasvatuksen laitos. Pro gradu tutkielma.

Lapin urheiluakatemia pääsykoetestien tulokset vuosilta 2013 ja 2015.

Leeder, J. 2014. EIS Fysiologian osaston johtaja, UK. Luento. Principles of the transfer from power training to bike specific speed. 15.11.2014.

Loturco, I., Artioli, G., Kobal, R., Gil, S. & Franchini, E. 2013. Predicting punching acceleration from selected strength and power variables in elite karate athletes: a multiple regression analysis. Research Gate. Viitattu 23.3.2016
https://www.researchgate.net/publication/258922758_Predicting_Punching_Acceleration_from_Selected_Strength_and_Power_Variables_in_Elite_Karate_Athletes_A_Multiple_Regression_Analysis

Loturco, I., Nakamura, F., Artioli, G., Kobal, R., Kitamura, K., Abad, C., Cruz, I., Romano, F., Pereira, L. & Franchini, E. 2015. Strength and power qualities are highly associated with punching impact in elite amateur boxers. Research Gate. Viitattu 22.5.2016
https://www.researchgate.net/publication/277716288_Strength_and_Power_Qualities_Are_Highly_Associated_With_Punching_Impact_in_Elite_Amateur_Boxers [accessed Mar 21, 2016].

Marković, G., Mišigoj-Duraković, M. & Trninić, S. 2005. Fitness profile of elite Croatian female taekwondo athletes. ResearchGate. Viitattu 12.4.2016
https://www.researchgate.net/publication/7644047_Fitness_profile_of_elite_Croatian_female_taekwondo_athletes

Matsushigue, K., Hartmann, K. & Franchini, E. 2009. Taekwondo: Physiological responses and match analysis. The National Center for Biotechnology Information. Viitattu 5.4.2016 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19528839>

Mathunjwa, M., Mugandani, S., Ngcobo, M., Djarova-Daniels, T. & Ivanov, A. 2015. Physical, antropometric and physiological profiles of experienced junior male and female South African Taekwondo athletes. Viitattu 18.5.2016
https://www.researchgate.net/publication/292971860_Physical_anthropometric_and_physiological_profiles_of_experienced_junior_male_and_female_South_African_Taekwondo_athletes

McKinley, I. 2014. The relationship between physical factors to agility performance in collegiate tennis players. East Tennessee state university. Exercise science. Thesis.

- Nummela, A. 2007. Aerobisen kestävyys suoritusmenetelmät. Teoksessa K., Keskinen, K., Häkkinen & M., Kallinen. (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura Ry, 64 – 78.
- Nummela, A. 2007. Energia-aineenvaihdunta ja kuormitus. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, K. Keskinen & K. Häkkinen (toim.) Urheiluvalmennus. Jyväskylä: VK-Kustannus Oy, 97 – 126.
- Nummela, A. 2007. Kuormitus- ja mittalaitteet. Teoksessa K., Keskinen, K., Häkkinen & M., Kallinen. (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura Ry, 59 – 64.
- Nummela, A., Keskinen, K. & Vuorimaa, T. 2007. Kestävyys. Teoksessa A., Mero, A., Nummela, K., Keskinen & K., Häkkinen. (toim.) Urheiluvalmennus. VK-Kustannus Oy. 333 – 363.
- Mackenzie, B. 2016. 'T' Drill Test. BrianMac Sport Coach. Viitattu 20.5.2016 <http://www.brianmac.co.uk/tdrill.htm>.
- Mero, A., Jouste, P. & Keränen, T. 2007. Nopeus. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, K. Keskinen & K. Häkkinen (toim.) urheiluvalmennus. VK-Kustannus Oy, 293 – 310.
- Mero, A., Uusitalo, A., Hiilloskorpi, H., Nummela, A. & Häkkinen, K. 2012. Naisten ja tyttöjen urheiluvalmennus. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Moreira, M., Paula, L. & Vesolo, A. 2015. Segmental kick velocity is correlated with kick specific and nonspecific strength performance in a proximodistal sequence. Research Gate. Viitattu 12.4.2016 https://www.researchgate.net/publication/287997725_Segmental_kick_velocity_is_correlated_with_kick_specific_and_nonspecific_strength_performance_in_a_proximodistal_sequence
- Noh, J., Kim, J. & Kim, J. 2013. Somatotype analysis of elite taekwondo athletes compared to non-athletes for sports health sciences. Research Gate. Viitattu 25.3.2016 https://www.researchgate.net/publication/263561928_Somatotype_analysis_of_elite_Taekwondo_athletes_compared_to_non-athletes_for_sports_health_sciences
- Nummela, A. 2007. Kestävyys suorituskykyä selittävät tekijät. Teoksessa K. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellinen Seura Ry, 51 – 59.
- Paavola, T. 2009. potkunyrkkeilyn kilpailunomaisen suorituksen kuormittavuus ja potkunyrkkeilijöiden fyysisiä ominaisuuksia. Lahden ammattikorkeakoulu. Liikunnan ja vapaa-ajan koulutusohjelma. Opinäytetyö.
- 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. Vol. 14. No 4, 443–450.

- Pieter, W. 2008. Body build of elite junior taekwondo athletes. Philippines. University of Asia and the Pacific. Department of physical education. Viitattu 13.4.2016
<https://ojs.utlib.ee/index.php/AKUT/article/viewFile/akut.2008.13.08/615>
- Roschel, H., Batista, M., Monteiro, M., Bertuzzi, R., Barroso, R., Loturco, I., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V. & Franchini, E. 2009. Association between neuromuscular tests and kumite performance on the Brazilian karate national team. *Journal of sports science and medicine*. 8/2009, 20 – 24. Viitattu 6.5.2016.
<http://www.jssm.org/researchyisi.php?id=jssm-08-CSS13-20.xml>
- Rossignol, P., Gabbett, T., Comerford, D. & Stanton, W. 2014. Repeated sprint ability and team selection in Australian football league players. *International journal of sports physiology and performance*. Viitattu 15.4.2016
http://www.naspspa.org/AcuCustom/Sitename/Documents/DocumentItem/24_L_e%20Rossignol%20IJSPP_20130005_ej.pdf
- Sadowski, J., Gierguc, D., Miller, J., & Cieśliński, I. 2012. Success factors in elite WTF taekwondo competitors. *Archives in Budo. Science of martial arts*. Viitattu 13.4.2016.
<http://tas.org.rs/arhiva/dokumenta/2013/vrdniktrenerski/Success%20factors%20in%20elite%20WTF%20taekwondo%20competitors.pdf>
- Sadowski, J., Gierczuk, D., Miller, J., Cieśliński, I. & Buszta, M. 2012. Success factors in male taekwondo juniors. *International Index Copernicus. Journal of Compact Sports and Martial Arts*. Viitattu 4.4.2016
<http://journals.indexcopernicus.com/abstract.php?icid=1047647>
- Santos, V., Franchini, E., Lima-Silva, A. 2011. Relationship between attack and skipping in Taekwondo contests. *The National Center for Biotechnology Information*. Viitattu 13.4.2016 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21512402>
- Sarkkinen, P. & Vääntinen, T. 2016. *Kamppailulajit. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja & K. Häkkinen (toim.) Huippu-urheiluvalmennus*. Jyväskylä: VK-Kustannus Oy, 545 – 556.
- Shariat, A., & Kargarfard, M. 2012. Anthropometric, body composition and somatotype differences of Iran elite Judo, Karate and Taekwondo athletes. *Congress paper. 12th international sports science congress*. Viitattu 12.4.2016.
https://www.researchgate.net/publication/236164055_Anthropometric_Body_Composition_and_Somatotype_Differences_of_Iran_Elite_Judo_Karate_and_Taekwondo_Athletes
- Sheppard, J. & Yuong, W. 2005. Agility literature review: Classification, training and testing. *Research Gate*. Viitattu 20.3.2016
https://www.researchgate.net/publication/6903399_Agility_Literature_Review_Classifications_Training_and_Testing
- Siqueido, A. 2010. Physiological characteristics of competitive mixed martial art fighters. Viitattu 18.5.2016
<http://pqdtopen.proquest.com/doc/759799395.html?FMT=AI&pubnum=1486711>

Suomen ITF Taekwon-Do – SITF. Viitattu 27.3.2016 <http://www.taekwon-do.fi/taekwon-do2/>

Tabben, M., Chaouachi, A., Mahfoudhi, M., Aloui, A., Habacha, H., Tourny, C., Franchini, E. 2014. Physical and physiological characteristics of high-level combat sport athletes. *Journal of combat sports and martial arts*. 1/2014, 1-5.

Tanita – monitoring your health. Body fat ranges for standard adults. Viitattu 20.5.2016 <http://www.tanita.com/data/Charts/bodyfatwallchart-REV3.pdf>

Tasiopoulos, I., Nikolaidis, P., Kostoulas, I. 2015. The relationship between kicking performance and physical fitness in female taekwondo athletes. *Research Gate*. Viitattu 23.3.2016
https://www.researchgate.net/publication/276179180_The_relationship_between_kicking_performance_and_physical_fitness_in_female_taekwondo_athletes

Terve.fi. 2016. Rasvaprocentin mittaaminen. Viitattu 26.4.2016.
<http://www.terve.fi/kehon-mittarit-ja-testit/rasvaprocentin-mittaaminen>

Tomlin, D. 2001. The Relationship between Aerobic Fitness and Recovering from High Intensity Intermittent Exercise. *Research Gate*. Viitattu 18.3.2016
https://www.researchgate.net/publication/12110879_The_Relationship_Between_Aerobic_Fitness_and_Recovery_from_High_Intensity_Intermittent_Exercise

Tornello, F., Capranica, L., Chiodo, S., Minganti, C. & Tessitore, A. 2013. Time-Motion Analysis of Youth Olympic Taekwondo Combats. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. Viitattu 5.3.2016
http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2013/01000/Time_Motion_Analysis_of_Youth_Olympic-Taekwondo.31.aspx

Tsai, Y., Gu, G., Lee, C., Huang, C. & Tsai, C. 2005. The Biomechanical Analysis of the Taekwondo Front-Leg Axe Kick. *Research Gate*. Viitattu 10.2.2016 osoitteessa:
https://www.researchgate.net/profile/Chenfu_Huang/publication/266389667_THE_BIOMECHANICAL_ANALYSIS_OF_THE_TAEKWONDO_FRONT-LEG_AXE-KICK/links/542ffcd50cf29bbc127320b6.pdf

Tey, W., Kwong, V., Rassiah, D., Ooi, C. 2010. Physiological characteristics of Malesyan national elite and and subelite taekwondo fighters. *British Journal of Sports Medicine*. Viitattu 19.5.2016
<http://bjsm.bmj.com/content/44/14/i7.1.abstract>

Valenzuela, T., Lopez, J., Franchini, E., Henriquez-Olguin, C. & Munoz, E. 2014. Physiological and physical profile of taekwondo athletes of different age categories during simulated combat. *Journal of Martial Arts Anthropology*. Vol. 14 no 2, 36 – 40.

Wood, R. 2008. T-test of agility. *Topend sports*. Viitattu 5.5.2016.
<http://www.topendsports.com/testing/tests/t-test.htm>

World Taekwondo Federation. 2015. World taekwondo federation competition rules & interpretation. Viitattu 13.3.2016
http://www.worldtaekwondofederation.net/wpcontent/uploads/2015/11/WTF_Competition_Rules__Interpretation_May_11_2015.pdf

Ylinen, J. 2010. Venytystekniikat. Medirehabook Kustannus Oy.