

Käsipalloilijan fyysisten ominaisuuksien mit- taaminen

Testijärjestelmä ammattilaisille

LAB-ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti (AMK)

2022

Emil Njuschin

Toni Pakarinen

Tiivistelmä

Tekijä(t)	Julkaisun laji	Valmistumisaika
Njuschin, Emil	Opinnäytetyö, AMK	2022
Pakarinen, Toni	Sivumäärä	
	47	
Työn nimi		
Käsipalloilijan fyysisten ominaisuuksien mittaaminen		
Testijärjestelmä ammattilaisille		
Tutkinto ja koulutusala		
Fysioterapia (AMK)		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja)		
HIFK Käsipallo		
Tiivistelmä		
<p>Käsipallo on nopeampoinen laji, johon sisältyy paljon suunnanmuutoksia, kontakteja ja heittoa. Lajin fyysinen vaatimustaso on noussut, jonka myötä faktoihin ja dataan perustuvan harjoittelun merkitys on korostunut. Aiempaa käsipalloon liittyvää lajispesifiä testausjärjestelmää ei tiedonhakujen perusteella löytynyt.</p> <p>Toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena oli aikaisemman tutkitun tiedon pohjalta koota seuralle yhtenäinen testausjärjestelmä. Työn tavoitteena oli lisätä lajin parissa toimivien ammattilaisten tietoutta testaus toiminnasta. Tuotoksen tarkoituksena on mahdollistaa dataan ja faktoihin perustuvaa nousujohteista harjoittelua, joka ehkäisee vammojen syntyä ja lisää terveitä harjoittelupäiviä. Käsipallon parissa toimivat ammattilaiset voivat käyttää tuotosta työvälineenä harjoittelun optimoinnissa. Tuotoksen avulla voidaan seurata seuran junioreiden kehittymistä aikuisikään asti.</p> <p>Testijärjestelmä luotiin toimeksiantajan resurssien, kartoittavan katsauksen ja täydentävien tiedonhakujen avulla. Katsauksen tiedonhaku suoritettiin LAB Primosta, jonka tietokantoja ovat mm. PubMed, EBSCO, Cochrane Library, Medic, PEDro ja CINAHL. Hakutuloksia täydennettiin erillisillä tiedonhauilla testikohtaisesti lajianalyyysiin pohjautuen. Tuotoksen kehittämisprosessi toteutettiin lineaarisen mallin mukaan vuorovaikutuksessa toimeksiantajan kanssa. Testien valintaa ohjasivat lajispesifisyys, luotettavuus ja toimeksiantajan resurssit. Testeillä voidaan selvittää seuraavia ominaisuuksia: maksimi- ja pikavoima, nopeus, kestävyys, liikkeen hallinta, unilateraalinen toiminta ja heittäminen. Lisäksi työssä tarkasteltiin testijärjestelmän tuloksien hyödynnettävyyttä fysioterapian näkökulmasta.</p> <p>Työssä nousi esiin lajin fyysinen vaativuus ja monimuotoisuus. Onnistuneen testaus toiminnan edellytyksenä voidaan pitää moniammatillista yhteistyötä sekä toimivaa testijärjestelmää. Testaus toiminta myös vaatii monitieteellistä osaamista liikunta, lääke- ja terveystieteistä. Täytyy kuitenkin huomioida, että tuotoksen toimivuutta ei ole arvioitu käytännön kautta. Tuotoksen lopullinen käyttökelpoisuus selviää vasta, kun se on ollut pidempään seuran käytössä.</p>		
Asiasanat		
Käsipallo, urheilijan testaaminen, käsipalloilijan fyysiset ominaisuudet, testitulokset, fyysinen suorituskyky, mittaaminen		

Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Njuschin, Emil	Thesis, UAS	2022
Pakarinen, Toni	Number of Pages	
	47	
Title of Publication		
Physical fitness testing for handball players		
Test Protocol for professionals		
Degree and field of study		
Bachelor of Physical Therapy (UAS)		
Name, title and organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party)		
HIFK Handball		
Abstract		
<p>Handball is a fast-paced intermittent team sport. It includes multiple change of directions, jumping, tackling, and throwing. The level of physical demands has risen. Therefore, the importance of data and evidence-based training is emphasized. Specific test protocol for handball was not found in the data retrieval.</p> <p>The purpose of this functional thesis was to assemble previous information for a test protocol. Main goal of the thesis was to increase knowledge about physical fitness testing in handball. Product was aimed to enable evidence-based progressive practice, which may lower the risk of injury and improve the player's physical functions. Product may be used as a tool for professionals working with handball.</p> <p>Creation of test protocol was based on client's resources, scoping review, and additional retrieval of information. Search for scoping review was made from LAB Primo, which includes the following databases: PubMed, EBSCO, Cochrane Library, Medic, PEDro and CINAHL. Results of the review were supported by an additional search for each test and were based on sport analysis. Developing process of the product was conducted by using a linear model. Test selection was determined by sport specificity, reliability, and client's resources. The following attributes can be measured by the protocol: maximum strength and power, speed, endurance, movement control, unilaterality and throwing. In addition, the utilization of the test protocol was observed from physical therapy point of view.</p> <p>The process highlighted physical demands and diversity of handball. Multi-professional co-operation and a valid test protocol can be held as requirements for successful testing. Testing process also requires multidisciplinary knowledge. However, the feasibility of the test protocol has not been assessed, which must be considered. A longer time span is required to determine the final usability of the product.</p>		
Keywords		
Handball, physical fitness testing, physical attributes of handball player, test protocol, physical performance, measurement		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
1.1	Opinnäytetyön tausta.....	1
1.2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite.....	2
2	Käsipallossa vaadittavat fyysiset ominaisuudet.....	3
2.1	Käsipallo lajina.....	3
2.2	Kestävyys.....	5
2.3	Voima.....	6
2.4	Nopeus ja suunnanmuutoskyky.....	9
2.5	Liikkuvuus ja liikkeen kontrolli.....	9
2.6	Heiton biomekaniikka.....	10
3	Fyysisten ominaisuuksien mittaaminen.....	12
3.1	Testaustoiminnan periaatteet, tarve ja käytännöt.....	12
3.2	Laadukas ja luotettava testaaminen.....	14
3.3	Turvallinen testaaminen.....	16
3.4	Eettisyys ja tietosuoja.....	17
4	Fyysisiä ominaisuuksia mittaavat testit käsipallossa.....	19
4.1	Kartoittava tutkimuskatsaus.....	19
4.2	Maksimivoimatestit.....	22
4.2.1	Penkkipunnerrus.....	23
4.2.2	Bulgarialainen kyykky.....	24
4.3	Hyppytestit.....	25
4.3.1	Kevennyshyppy kädet lantiolla.....	25
4.3.2	Vertikaalihyppy seinäkosketuksella.....	26
4.3.3	Yhden jalan kolmiloikka.....	27
4.4	Heittotestit.....	27
4.4.1	Käsipallon heitonopeus.....	28
4.4.2	Kuntopallon heitto.....	28
4.5	Kestävyystesti.....	30
4.6	Nopeustesti ja jarrutuskyky.....	31
4.7	Liikkeen hallinnan testit.....	33
4.7.1	Alaraajat.....	33
4.7.2	Yläraajat.....	35
5	Opinnäytetyön toteutus.....	36
5.1	Toiminnallinen opinnäytetyö.....	36

5.2	Kehittämisprosessi ja tuotos	36
5.3	Tuotoksen ja testituloksien hyödyntäminen.....	41
6	Yhteenveto ja pohdinta	44
6.1	Pohdinta	44
6.2	Eettisyys ja luotettavuus	46
6.3	Jatkokehittämis- ja tutkimusehdotukset.....	47
	Lähteet	48

Liite 1. Testijärjestelmä

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta

Fyysinen kunto voidaan määritellä monin eri tavoin. Tavalliselle työssäkäyvälle liikkuvalla ihmiselle hyvä fyysinen kunto tarkoittaa, että yksilö kykenee elämään normaalia arkeaan ilman fyysisiä epämiellyttäviä toimintaa rajoittavia tuntemuksia. Useimmat fyysisen kunnan määritelmät pohjautuvat yksilön kykyyn suoriutua liikuntasuorituksista. Fyysinen kunto voidaan myös määritellä ominaisuuksiksi, joita yksilöllä on tai joita hän hankkii suoriutuakseen mahdollisimman hyvin fyysistä suorituskkyä vaativissa tilanteissa. Urheilijan kohdalla hyvä fyysinen kunto tarkoittaa, että urheilija kykenee lajin kannalta optimaaliseen ja onnistuneeseen urheilusuoritukseen. (ACSM 2014, 5; Keskinen ym. 2018, 11.)

Fyysinen kunto voidaan myös määritellä elimistön fysiologisena kykynä suoriutua kestävyttä ja lihasvoimaa vaativista suorituksista. Se voidaan jakaa seuraaviin osa-alueisiin: hengitys- ja verenkiertoelimistö sekä tuki- ja liikuntaelimistö. Fyysisen kunnan testaamisen avulla pyritään selvittämään yksilön fyysisiä ominaisuuksia kuten kestävyttä, lihasvoimaa, liikkeen hallintaa ja nopeutta. Lisäksi testaamisen yhteydessä voidaan tarkastella hengitys- ja verenkiertoelimistön sekä hermolihasjärjestelmän toimintaa. (ACSM 2014, 5; THL 2020.)

Suomessa kuntotestausta, eli fyysisen kunnan mittaamista suoritetaan puolustusvoimissa, kouluissa, pelastustoimessa, kilpa- ja huippu-urheilussa sekä terveydenhuollossa. Liikuntatieteellisen Seuran mukaan kuntotestaajalle ei ole Suomessa asetettu auktorisoitua koulutusta tai koulutusvaatimuksia. Kuntotestaaminen tarkoittaa yksilön fyysisen kunnan ja sen ominaisuuksien mittaamista ja arviointia. Laadukas ja optimaalinen testaaminen vaatii useiden eri osa-alueiden hallintaa ja testaamisen indikaatioiden ymmärtämistä. Testaajina voivat toimia valmentajat, fysioterapeutit tai lääkärit. Fysioterapeutit ovat Suomessa suurin kuntotestaustoimintaa harjoittava ammattiryhmä. (Keskinen ym. 2018, 13; Ahtiainen ym. 2022.) Testaustoiminta on kannattavinta, kun sitä tehdään moniammatillisesti fysioterapeuttien, valmentajien ja urheilijoiden yhteistoimintana.

Lajinomainen testaustoiminta mahdollistaa dataan ja faktoihin perustuvan harjoittelun, jota voidaan pitää edellytyksenä optimaaliselle kehittymiselle ja vamma-preventiolle. Urheilijan fyysisten ominaisuuksien mittaamisessa tärkeimpänä painoarvona pidetään testin spesifisyyttä, jolloin ne palvelevat yksilön kehittymistä omassa lajissaan mahdollisimman monipuolisesti. Testaamisen avulla pyritään selvittämään yksilön fyysisten ominaisuuksien heikkouksia ja vahvuuksia, joita verrataan omassa lajissa vaadittaviin fyysisiin vaatimuksiin.

Testaustoiminnan tulisi pitkäjänteisesti palvella tiettyjen asetettujen tavoitteiden saavuttamista yksittäisten testikertojen sijaan. Kilpaurheilijan fyysisten ominaisuuksien testaamisen tarve perustuu lajin kannalta optimaalisen suorituskyvyn saavuttamiseen ja sen ylläpitoon. (Keskinen ym. 2018, 16–18.) Joukkuelajeissa kuten käsipallossa fyysisten ominaisuuksien testaamisessa haasteita voi esiintyä ajankäytössä ja tilanteen vakioinnissa, koska testattavia yksilöitä on useita. Lisäksi luotettava testiympäristö vaatii nykypäivänä teknologiaa ja optimaalisia olosuhteita, joita kaikilla seuroilla ei välttämättä ole käytössään.

Opinnäytetyön idea sai alkunsa keskustelusta HIFK miesten käsipallojoukkueen vastuufysioterapeutin kanssa. Kehitysehdotuksena nousi esille uuden testausjärjestelmän tai testipatteriston kehittäminen seuralle. Organisaatiolla ei ollut käytössään viimeisimpään tietoon perustuvaa yhtenäistä testaustoimintaa, joten opinnäytetyön aihe koettiin tarpeelliseksi ja ajankohtaiseksi. Opinnäytetyön toimeksiantajana on HIFK Käsipallo, joka on osa Helsingin IFK -urheiluseuraa. HIFK:n käsipalloseura on perustettu vuonna 1943 ja se on toiminut käsipallon SM-sarjan perustajajäsenenä aina ensimmäisestä kaudesta asti. Nykytalastojen mukaan HIFK on yksi Suomen käsipallohistorian perinteisimmistä seuroista. HIFK:lla on käsipallotoimintaa miehissä, naisissa ja junioreissa sekä aikuisten harrastetasolla. (HIFK Käsipallo.)

1.2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena oli aikaisemman tutkitun tiedon pohjalta koota seuralle yhtenäinen testausjärjestelmä. Lisäksi työn oli tarkoituksena toimia materiaalina koulutukselle, jonka seuran vastuufysioterapeutti pitää testaustoiminnasta ja testausjärjestelmästä. Opinnäytetyön päätavoitteena oli selvittää tutkitun tiedon pohjalta luotettavimmat ja soveltuvimmat fyysisiä ominaisuuksia mittaavat testit käsipallossa. Lisäksi työllä pyrittiin lisäämään lajin parissa työskentelevien asiantuntijoiden tietoutta testaustoiminnan periaatteista sekä luotettavasta ja turvallisesta testaamisesta.

Kehittämisen prosessin tuotoksen on tarkoituksena toimia fysioterapeuttien ja valmentajien apuvälineenä. Sen tavoitteena on yhtenäistää seuran testaustoimintaa, motivoida urheilijoita sekä tukea harjoittelua. Lisäksi tuotos mahdollistaa HIFK:n junioreiden fyysisten ominaisuuksien kehittymisen seurannan aikuisikänsä asti. Testausjärjestelmä luotiin tutkitun tiedon pohjalta ja siihen valitut testit arvioitiin luotettaviksi sekä käsipalloon soveltuviksi.

2 Käsipallossa vaadittavat fyysiset ominaisuudet

2.1 Käsipallo lajina

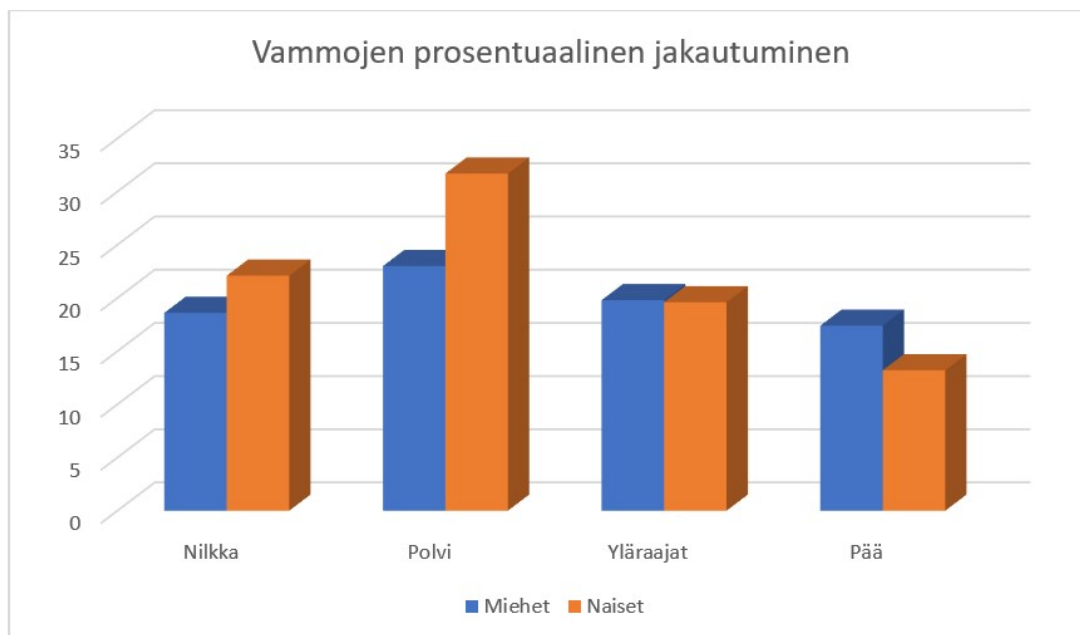
Käsipallo on vauhdikas pallopele, jossa on kentällä yhdeltä joukkueelta kuusi (6) kenttäpelaajaa + maalivahti. Kenttä on kooltaan 40 m x 20 m. Pelaajia on suhteellisen paljon kentän kokoon nähden, mikä tekee pelistä myös kontaktialttiin. Pelivälineenä käytetään palloa, jonka ympärysmitta on suurimmillaan 58 cm – 60 cm ja painaa 400 g – 500 g (koko 3). Miehet, naiset ja juniorit pelaavat eri kokoisilla palloilla, mikä väistämättä vaikuttaa pelin kulkuun ja pelin kuvaan. Miehet pelaavat koon 3, naiset koon 2 ja juniorit koon 1–3 pallolla ikäluokan mukaan. Tyypillisesti käsipallon pelaaja on 2 x 30 min, mutta sekin saattaa vaihdella ikäluokan mukaan. (Eurohandball 2022.) Käsipallossa tehdään runsaasti maaleja, joka kertoo pelin temposta. Esimerkiksi miesten olympiaturnauksessa Brasiliassa vuonna 2016 ottelukohtainen maalikeskiarvo oli 54,76, kun taas tammikuussa 2019 Tanskassa järjestettyjen maailmanmestaruuskilpailujen keskiarvo oli 56,89. (IHF 2022.) Tulokset ovat yhdenlinjaisia otteluanalyysissä tehtyjen tutkimusten kanssa, joissa on todettu yhden joukkueen keskimääräiseksi hyökkäys-/heittomääräksi puolet enemmän kuin maalimäärä. Prosentuaalisesti se tarkoittaa maalia 46–53 % todennäköisyydellä. (Häyrinen 2013, 4.)

Käsipallo on pesäpallon ohella yksi monimuotoisimmista lajeista fyysiseltä vaatimustasoltaan, laji sisältää runsaasti suunnanmuutoksia, sprinttejä, hyppyjä, heittoja, kiinniottoja, yhden käden pomputteluja ja fyysistä kontaktia (Karcher & Buchheit 2014). Lajin kokonaisvaltaisuus tulisi ottaa huomioon käsipalloilijoiden fyysisessä harjoittelussa ja testaamisessa. Käsipallossa tulee paljon yhden jalan varassa suoritettavia liikkeitä, esimerkiksi hyppytilanteet. Liikeanalyysissä tehtyjen tutkimusten mukaan käsipalloilijat liikkuvat jopa 6,5 km matkan pelin aikana (Luig & Henke 2011). Chellyn ym. (2011) mukaan käsipalloilija liikkuu todennäköisemmin pidemmän matkan ensimmäisten 30 minuutin aikana. Tämä antaa viitteitä siitä, että käsipallo on fysiologisesti vaativa laji. Kyseisen tutkimuksen pelaajaseurannoissa tehtyjen löydösten myötä havaittiin, että sykkeet olivat vauhtikestävyysalueen puolella 66–77 % peliajasta.

Edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi käsipalloilijat saavat hyötyä optimaalisesta kehon pituudesta ja kokonaismassasta. Antropometrialla mitataan mm. seuraavia ominaisuuksia: kehon pituus, rasvaton massa, rasvan massa ja painoindeksi (Mrdakovic ym. 2015). Lajinäkökulmasta miesten optimaalinen pituus on 180–195 cm ja paino 85–105 kg, kun naisilla vastaavat lukemat ovat 165–180 cm ja 60–80 kg (Häyrinen 2013, 27).

Loukkaantumisia tapahtuu sekä kontakti- että kontaktivapaissa tilanteissa. Ilman ulkopuolista voimaa syntyviin vammoihin altistaa elimistön väsyminen ja ylikuormittuminen. Vuonna

2011 tehtyjen tutkimustilastojen mukaan pelaaja loukkaantui todennäköisemmin pallollisena hyökkäystilanteessa, kuin puolustavana pelaajana. Lisäksi ottelutilanteessa loukkaantuminen oli viisi kertaa todennäköisempää kuin harjoituksissa. Naiset näyttäisivät olevan loukkaantumisherkempiä kuin miehet, vaikka miesten peleissä kohtaavat voimat ja nopeudet ovat suurempia. Loukkaantumiset painottuvat käsipallossa enemmän alaraajoihin kuin yläraajoihin, jotka on tarkemmin esitetty kuviossa 1. (Luig & Henke 2011.) Myös erään käsipalloilijan vammoihin liittyvän systemaattisen katsauksen mukaan alaraajojen vammat ovat yleisimpiä kuin yläraajojen ja niistä suurin osa 85 % syntyi ulkoisten tekijöiden seurauksena (Martin-Guzon ym. 2022).



Kuvio 1. Miesten ja naisten loukkaantumisten prosentuaalinen jakauma käsipallossa (Mukailtu Luig & Henke 2011)

Vammojen jakautumisesta voidaan nostaa esille päähän kohdistuvat traumat. Kuvion 1 mukaan päähän kohdistuvan vamman todennäköisyys on noin 15 % - 20 %. Käsipallo muuttuu jatkuvasti fyysisesti vaativammaksi ja nopeammaksi (Wurm & Laver 2018). Suurten voimien takia aivovammat, eli aivotärähdykset ovat tärkeitä ja keskeisiä huolenaiheita.

Myklebustin (2014) mukaan osassa mestaruussarjoihin liittyvissä tutkimuksissa on tilastollisesti sattunut useitakin pään alueen traumoja. Miehet olivat selvitysten mukaan alttiimpia pään alueen vammoille, mikä myös puoltaa Luigin & Henken (2011) löydöksiä. Käsipallossa useimmat tilastoihin päätyneet tapahtumat liittyivät kuitenkin kasvoihin, nenään tai hampaisiin kohdistuviin iskuihin. Aivovammoja oli yllättäen vain harvalukuisesti. Yhtenä olettamuksena aivotärähdyksen pienelle esiintyvyydelle pidetään niiden tutkimattomuutta. Toisena

väitteenä on esitetty tiedonpuutetta, joka tuli esille myös tiedonhauissa. Aivotärähdyksiin liittyvistä toimintalinjoista voidaan nostaa esiin neuropsykologi Elizabeth Pierothin (2015) haastattelu amerikkalaiselle jalkapalloliiga NFL:lle, jossa hän painotti lähestymistapojen erilaisuutta, mikäli kyseessä on 3 aivotärähdystä vuoden sisään tai 3 tärähdystä kymmenenviidentoista vuoden sisään. Huoli urheilijan terveydestä kasvaa, mikäli aivotärähdyksiä on diagnosoitu 3 yhden vuoden sisällä. Tällöin voi olla aiheellista pitää taukoa kontaktilajeista.

2.2 Kestävyys

Urheilulajien perusominaisuuksia on kestävyys. Kestävyys on tärkeää lajeissa, joissa suoritus kestää jopa tunteja, tai lajeissa, joissa esiintyy paljon jaksottaista ja kovatempoista, eli intervallityyppistä kuormitusta. Palloilulajeista esimerkiksi voidaan nostaa käsipallo. Kestävyys jaetaan pienempiin alaryhmiin: perus-, vauhti-, maksimi- ja nopeuskestävyys. Urheilijoilla valtaosa harjoittelusta on peruskestävyysharjoittelua, joka luo pohjan ja edellytykset raskaammalle harjoittelulle.

Vauhtikestävyysharjoituksen vaikutukset ovat samankaltaiset kuin peruskestävyysharjoituksessa, mutta harjoituksen teho on korkeampi. Vauhtikestävyysharjoituksessa sydämen sykkeen tulisi olla 20–40 lyöntiä/min pienempi kuin laskennallinen tai oletettu sydämen maksimisyke. Maksimikestävyysharjoittelu käsittää maksimikestävyys- ja nopeuskestävyysharjoitukset, jotka ovat yhteydessä urheilijan maksimaaliseen hapenottokykyyn (VO₂max). Harjoittelu tapahtuu joko laktisesti (maitohapollinen) tai alaktisesti (maitohapoton). Tällöin sydämen syke on maksimaalinen tai lähes maksimaalinen omaan suorituskykyyn nähden. (Nummela 2022.)

Käsipallossa pelien aikaiset sykelukemat liikkuvat enimmäkseen vauhtikestävyysalueella. Karcher & Buchheit (2014) tutkivat pelien aikaista sykedataa eri pelipaikoilta, jotka olivat: takapelaaja, maalivahti, pivot- ja laitapelaaja. Löydöksiä perusteella voidaan todeta, että maalivahtia lukuun ottamatta tulokset pyörivät eniten alueilla 80 % - 90 % ja 70 % - 80 %, jotka kertovat maksimaalisesta hapenottokyvystä. Maalivahdin matalampi sykekuormitus selittyy eri pelipaikalla ja erityyillisellä pelin rytmillä. Pelipaikan ja pelaajan fysiikan suhdetta maksimaaliseen hapenottokykyyn on myös tutkittu, ja on pystytty osoittamaan, että pivotpelaajilla oli kaikista korkein maksimaalinen hapenottokyky (58,7). Firstbeatin (2022) mukaan miehillä erinomaisena VO₂max tuloksena pidetään 54–62 iästä riippuen. Mitä nuorempi ikä, sitä korkeampi maksimaalisen hapenottokyvyn edellytys. Naisilla erinomaiseen vaadittava tulosväli tippuu noin kymmenellä yksiköllä fysiologisten tekijöiden seurauksena. Häyrisen (2013, 27) mukaan käsipallossa tavoiteltavia tuloksia hapenottokyvyssä miehillä ovat 55–65 ml/min/kg ja naisilla 45–57 ml/min/kg.

Käsipallon vaatimasta aerobisesta ja anaerobisesta kunnosta kertoo Wallacen & Cardinalen (1997) suorittama tutkimus miesten Espanjan käsipallomaajoukkueen pelaajien veren laktaattipitoisuuksista pelin aikana, jonka tuloksena selvisi maitohappopitoisuuden veressä kohonneen pelin alkuminuuteista lähtien moninkertaiseksi. Laktaattitasot olivat ensimmäisellä puoliajalla korkeimmillaan (5,0–9,0 mmol/l) 30 peliminuutin kohdalla. Tutkimustieto, teknologia ja lääketiede on mennyt eteenpäin ajan myötä, joka on mahdollistanut entistä paremman fyysisen kunnan, muokaten pelinkuvaa sekä urheilulajien vaatimustasoa. Tästä syystä laktaattipitoisuudet nykyajan käsipallossa lienevät oletusarvoisesti vertailututkimustakin suurempia lukemia. Tätä hypoteesia tukee myös vuoden 2021 tutkimusseuranta kuntotestistä (30–15 Intermittent Fitness Test), joka tehtiin miesten Slovenian käsipallomaajoukkuepelaajille. Veren laktaattipitoisuudet olivat testiolosuhteissakin keskimäärin 9,0–9,5 mmol/L (Mohoric ym. 2021, 6–7). Yli 8,0 mmol/L laktaattipitoisuudet vaikuttavat käsipallossa maalintekoon ja heittoon, mikä korostaa vauhtikestävyysominaisuuksia (Belcic ym. 2021).

2.3 Voima

Lihavoima tarkoittaa kykyä tuottaa mahdollisimman suurta voimaa yhdellä lihassupistuksella. Voima on rakenteellista vahvuutta, jota käytetään dynaamiseen liikkumiseen tai asentojen parempaan ylläpitämiseen. Ihminen tarvitsee voimaa jokaisessa tilanteessa, ilman voimaa ei ole liikettä. Voima voidaan luokitella seuraavasti: maksimivoima, pikavoima ja kestovoima. (Kuoppasalmi 2022.) Tuotoksessa ei tarkemmin syvennytty kaikkiin edellä mainittuihin osa-alueisiin, niitä on kuitenkin teorian yhteydessä katsottu relevantiksi tuoda esille. Erityisesti urheilijoiden täytyy huomioida kaikkia voiman osa-alueita.

Ilman heittoja ei voi syntyä maalia, heiton on oltava riittävän kova, jotta maalivahdilla on mahdollisimman vähän aikaa reagoida palloon, ja riittävän tarkka, jotta maalivahdin on hankala ylettyä palloon. Heittovoima on yksi oleellisimmista ja eniten tutkituista asioista käsipallossa. (Suarez & Ferragut 2019.) Myös Häyrinen (2013, 9) on analysoinut eri tutkimuksista pallon lähtönopeuksia mm. paikaltaan, 3 askeleen vauhdista, juoksusta ja hypystä. Espanjan liigassa on tämän koonnin mukaan mitattu kovin heittonopeus pallolle, joka oli miehillä 3 askeleen vauhdista 99,4 km/h, naisilla vastaava tulos 3 askeleen vauhdilla oli 84,3 km/h. Edellä mainittujen heittojen aikaansaamiseksi on erityisen tärkeää, että voimantuotto on heittotekniikan osilta optimoitu, eli jokaisesta heittoon tarvittavasta luustolihaksesta saadaan mahdollisimman suuri voima tuotettua oikeaan aikaan. Raskaan lihasvoimaharjoittelun on todettu olevan suotuisasti yhteydessä heittämiseen ja pallon lähtönopeuteen.

Esimerkiksi Hermassin ym. (2019a) tekemä 8 viikon seurantatutkimus, jossa 20 käsipallopelaajaa jaettiin kahteen ryhmään. Pelaajilta mitattiin tuloksia eri tyyllisistä heitoista käsipallolla, kuntopallolla (*overhead throw*) sekä voimannostoliikkeistä ennen ja jälkeen tutkimusjakson. Ryhmä 1 (CG) säilytti vakioharjoittelumallin, ryhmä 2 (EG) puolestaan korvasi lajitaitoharjoittelun räätelöidyllä voimannosto-ohjelmalla, jonka tarkoituksena oli keskittyä ylävartalon ojentajalihaksien maksimivoiman kehittämiseen. Suoritettavat liikkeet olivat: penkkipunnerrus, yliveto (*pull-over*), tempaus ja työntö. Kokeen päätyttyä ryhmän 1 tuloksiin ei juuri tullut muutosta, ryhmän 2 tulostaso parani merkittävästi; ylävartalon ojentajien maksimivoimassa havaittiin keskimäärin 23 % parannus, ja alavartalon ojentajien voimassa 12 % parannus. Suurin liikekohtainen kehitys tapahtui kuntopallon heitossa, dynaamisessa heitossa ja voimaliikkeistä työnnössä. Pallon heitonopeus parani ryhmässä 2 (EG) noin 18–20 %. Ammattilais- ja amatööripelaajien vertailuissa on kyetty osoittamaan maksimivoimaharjoittelun ja heitonopeuden olevan enemmän riippuvaisia maksimivoimasta, kuin kyvystä liikuttaa pieniä kuormia vauhdilla (Granados ym. 2007). Näiden tuloksien perusteella myös ylemmällä sarjatasolla pelaava omaa suuremman maksimivoiman kuin alemmalla tasolla pelaava.

Maksimivoiman vaikutusta suorituskykyyn puoltavat myös Gorostiacan ym. (2006) ja Häyrinen (2013, 32–33) löydökset, joiden mukaan kovatehoista kestävyysharjoittelua ja lihasvoimaharjoittelua pitäisi painottaa enemmän matalatehoisen harjoittelun sijaan. Räjähävää voimantuottoa tarvitaan käsipallossa hyppyheitossa, kiihdytyksissä ja torjunnoissa. Alaraajojen räjähtävää voimaa pidetään urheilijan tärkeimpänä ja mitatuimpana asiana, koska se on suoraan yhteydessä hyppykorkeuteen, kiihdytykseen ja jarruttamiseen. Kun taas ylävartalon lihasvoiman on käsipallossa ajateltu korostuvan fyysisessä kontaktissa, puolustus-, ja heittotilanteissa (Manchado ym. 2013).

Käsipalloilijat tarvitsevat yläraajojen voimantuoton lisäksi myös alaraajojen hyvää lihaskuntoa ja hermotusta hyppäämiseen, sillä se on yksi lajin kulmakivistä (Handisliiga 2022). Maalin tekemiseksi hyppääminen ei ole välttämättömyys, mutta erilaisilla hyppyheitoilla voidaan vaikuttaa pallon lähtönopeuteen, heiton kulmaan (jyrkkyyteen) ja sitä kautta lentorataan, mitkä vaikeuttavat torjumista huomattavasti (BBC 2022). Hyppäämiseen tarvittavaa ponnistusvoimaa on yleisimmin mitattu staattisella-, kevennetyllä- ja seinäkorkeushypyllä, sekä 5 askeleen loikalla. Lihaskuntoliikkeistä käytössä on ollut jalkakyykky eri variaatioilla ja eri asetuksilla. (Häyrinen 2013, 31–32.) Käsipallossa korostuu erityisesti kaksi toiminnallista taitoa: heittäminen ja hyppäminen. Ilman heittämistä ei käytännössä voi syötellä, puhumatakaan maalinteosta. Pelianalyysien mukaan keskivertopelissä tehdään keskimäärin 6,7 heittoa ja 13,8 hyppyä pelaajaa kohden (Povoas ym. 2012). Hyppyheitto on yksi käsipallon

suosituimpia maalintekotapoja ja jopa kolme neljästä heitosta tehdään kyseisellä tekniikalla (Lyad ym. 2021).

Popescu ym. (2022) arvioivat koonnissaan tietyn tyyppisen lihasvoimaharjoittelun ja hyppyharjoittelun vaikutusta sekä näiden välistä suhdetta räjähtävän voiman kehittämiseksi. Tarkastelun alla oli kolme Romanian pääsarjatason käsipallojoukkuetta. Valmentajat eivät tutkijoiden mukaan täysin sisäistä räjähtävän voimaharjoittelun indikaatioita. Joukkueiden seulonnessa hyppyharjoittelua pehmeillä alustoilla räjähtävän voiman parantamiseksi tehdään joko harvoin (27 % vastanneista) tai hyvin harvoin (73 % vastanneista). Tutkijoiden mukaan harjoitusohjelmien luonne ei kuitenkaan korreloi puutteellisuuksina kentällä. Lopputuloksena havaittiin, että hyppyharjoittelun painotus ei ole ensisijainen asia räjähtävän voiman kehittämiseksi, sen sijaan pitäisi keskittyä isoon kuvaan, eli kausisykliin ja ajoittaa sinne täsmällisesti räjähtävä- ja nopeusvoimaharjoitteita. Toiseksi huomionarvoiseksi ja oikea-aikaiseksi asiaksi nousi voimaharjoittelun kuormien tärkeys.

Käsipalloilijan tärkeimpiin ominaisuuksiin kuuluu myös maksimaalinen voimantuotto. Yhtenä normina takakykyyn tuloksiin voidaan kuitenkin verrata toista pallopetiä, vuoden 2016 Lacrosse- teoksessa julkaistua taulukkoa. Siinä tuodaan ilmi viitearvollinen lukema miesten ja naisten osalta keunojen ja erinomaisten tulosten osilta. Miehillä keho (poor) tulos on vähemmän kuin 75 % oman kehon painosta, keskimääräinen (average) on kehon paino (100 %), erinomainen (excellent) tulos on vähintään 150 % omasta kehon painosta. Naisilla keho (poor) tulos on vähemmän kuin 50 % oman kehon painosta, keskimääräinen (average) on 70 % - 90 % oman kehon painosta ja erinomainen (excellent) tulos saadaan suuremmalla tuloksella kuin 110 % oman kehon paino. (Howley 2016.) Myös Häyrinen (2013, 31) on vertaillut usean eliittitason joukkueen maksimituloksia. Tuloksia on kerätty kyseiseen aineistoon n. kymmenen vuoden ajalta. Syväkykyssä maksimitulokset (1 RM) ovat keskimäärin 170 kg – 200 kg välillä. Naisilla saman testin tulokset ovat keskiarvoltaan 110 kg – 125 kg. Tuloksista voidaan päätellä, että eliittitason pelaajan on kyykättävä erinomainen tulos vastatakseen lajissa vaadittavia fyysisiä ominaisuuksia.

Alaraajojen voiman on myös todettu olevan positiivisesti yhteydessä heittämiseen. Siirto-vaikutus lattiasta alaraajojen kautta ylävartaloon ja yläraajoihin tukee kyseessä olevaa tarvetta hyvälle alaraajojen voimatasolle, joka tulee esille hyppykorkeutena ja suljetussa kiinteisessä ketjussa tuotetusta voimasta esimerkiksi työntäessä tai heittäessä. (Manchado ym. 2013.)

2.4 Nopeus ja suunnanmuutoskyky

Nopeus on kykyä suorittaa tietty liike tai sarja liikkeitä mahdollisimman nopeasti, eli mahdollisimman lyhyessä ajassa. Osalla yksilöistä on luonnostaan enemmän nopeita lihassoluja, jotka auttavat tuottamaan voimaa nopeammin kuin hitaat lihassolut. Tämä tekee nopeudesta osittain periytyvän ominaisuuden. (Kuitunen 2022.) Nopeutta, kuten kaikkia muitakin fyysisiä ominaisuuksia pystyy harjoittamaan. Käsipallossa nopeus nousee esiin kiihdyttämiseen, jarruttamiseen ja suunnan muutoksiin liittyvissä tilanteissa. Lihaksen työtavan näkökulmasta suunnanmuutoslajeissa korostuvat eksentriset ominaisuudet (Lahti, Hulmi 2017 mukaan).

Käsipallo on toistuvien, nopeiden ja ennakoimattomien suunnanmuutosten sekä kontaktien peli, joten siinä vaaditaan nopeutta ja voimaa. Pelikenttä on mittasuhteiltaan pieni, kun sitä verrataan pelaajien määrään ja kokoon. Aikaisemmin todettiin käsipalloilijoiden liikkuvan pelin aikana yli 6 kilometriä. Kyseinen matka sisältää paljon kiihdytyksiä, jarrutuksia ja suunnan muutoksia. Kiihdytys on yleisesti riippuvainen voimasta ja lihasten kyvystä supistua nopeasti. Kiihdytysvoima puolestaan riippuu sekä raajojen että keskivartalon lihasten työstä. Käsipallossa korostuvat 5–15 metrin pituiset matkat ja ensimmäisen 5 askeleen vauhti sekä jarrutuskyky. (Karcher & Buchheit 2014.)

Karcher & Buchheit (2014) tutkivat yhden joukkueen takapelaajan, pivotin ja laitahyökkääjän pelin aikaista liikkumista. He sisällyttivät seurantakoonnin kymmeneltä Portugalin pääsarjatason ottelulta. Liikkumisesta on eritelty käveleminen, juokseminen, sivuaskelleet (matalamman intensiteetin), sivuaskelleet (korkeamman intensiteetin), takaperin suoritettava liikehdintä, kovatempoinen juokseminen ja yhteismatka. Eritempoisista ja -pituisista sprinteistä ja kävelystä koostuu suurin osa (n. 80 %) pelin aikaisesta matkasta. Sivuaskelluksia ja taaksepäin tapahtuvaa liikettä tulee silti useiden satojen metrien edestä. Tulokset puoltavat käsipalloilijoiden nopeus- ja suunnanmuutos ominaisuuksien mittaamista.

2.5 Liikkuvuus ja liikkeen kontrolli

Urheilijat tarvitsevat mahdollisimman hyvän liikkuvuuden suorituskyvyn optimoimiseksi. Liikkuvuus tarkoittaa venyvyyttä, johon vaikuttaa nivelten, lihasten ja sidekudosten yhteistoiminta. Kehon notkeus vaikuttaa kaikkiin ihmisen perusominaisuuksiin, joita liikkumiseen tarvitaan. (Soanjärvi 2022.) Lisäksi liikkuva ja hallittu keho suojaa loukkaantumisilta, venähdyksiltä ja revähdyksiltä (UKK 2021).

Käsipalloilijan yläraajojen liikkuvuuksien tutkiminen pitäisi tehdä samalla tavalla, kuin muidenkin tutkittavien kohdalla. Käydään läpi niveltasojen liikesuunnat puoli kerrallaan, puolilla

vertaillen, kuunnellen sekä tarkkaillen mahdollisia poikkeavuuksia. Käsipalloilijoilla on tutkittu olevan taipumusta erityisesti lisääntyneeseen olkanivelen ulkokiertoon ja rajoittuneeseen sisäkiertoon, jonka myötä on osoitettu, että suuremmalla kuin 20° sisäkiertovajaudella on yhteys lisääntyneeseen vammautumisiin. Olkanivelen sisäkiertovajaus voi olla seuraus takakapselin mahdollisesta kireydestä. Kyseinen kireys on silti aina osoitettava kliinisesti ja tapauskohtaisesti. (Landreau ym. 2018, 182–183.) Olkanivelen rakenteiden pinnetilat, repeämät, vauriot ja virheelliset liikemallit ovat yleisiä löydöksiä käsipalloilijoiden keskuudessa, minkä vuoksi yksilön optimaalisen liikemallin sisäistäminen ja kehon kokonaisvaltainen vahvistaminen on tärkeässä asemassa. Ne myös auttavat kestävämpään runsasta kuormitusta ja pienentävät vammariskiä. Käsipallo on heiton biomekaniikan takia muihin joukkuelajeihin verrattuna hyvin erilainen. (Landreau ym. 2018, 187; Westcoastsci Active PT 2018.)

Suosittelut liikelaajuudet (ROM = range of motion) lihasten ja nivelen toiminnan optimoimiseksi ovat olkanivelessä seuraavat: koukistus 180 astetta, ojennus 45–60 astetta, ulkokierto 90 astetta, sisäkierto 80 astetta, loitonuus 180 astetta, lähennys 30–50 astetta ja circumduktio 360 astetta (Healthline 2016). Huomionarvoista on muistaa, että normaali liikelaajuus ei ole ainoa asia, mikä vaikuttaa olkanivelen toimintaan, terveyteen ja suorituskykyyn käsipallossa. Lisäksi lajissa tarvitaan riittävää liikkuvuutta koko hartiaarenkaasta ja siihen kiinnittyvistä lihaksista sekä rakenteista. Selkärangan liikesuunnista korostuvat ojennus ja rotaatio. (Eriksrud 2019.)

2.6 Heiton biomekaniikka

Käsipalloilijoilla erityisen tärkeitä niveliä ovat olkanivel ja kyynärnivel. Heiton biomekaniikka ja sen vaikutusta toimintakykyyn on tutkittu laajalti jo neljä vuosikymmentä. Heittäminen ja heittolajit saattavat nostaa riskiä tuki- ja liikuntaelinongelmien synnylle, varsinkin heittokäden puolella. Urheilijalla lihasepätasapaino voi altistaa liialliselle kuormittumiselle, mikä voi ajan myötä johtaa loukkaantumiseen. (Trasolini ym. 2022.) Käsipalloilijoilla käden ja olkapään alueen vaivojen on todettu kattavan jopa 27 % kaikista vammoista. Loukkaantumisten on todettu olevan enemmän yhteydessä kumulatiiviseen kuormitukseen, eli ylikuormitukseen, kuin yksittäisiin harjoituksiin tai suorituksiin. (Gabbett 2016; Landreau ym. 2018.)

Heittämisen vaiheet ovat eriteltävissä seuraavasti: vauhdinotto (*run-up*), valmistava vaihe (*wind up*), käden viritys (*early cocking*), käden viritys (*late cocking*), käden kiihdytys (*acceleration*), jarruttaminen (*decceleration*) ja heiton päätös (*follow through*) (Landreau ym. 2018). Lajikohtaiset erot huomioiden, edellä mainitut vaiheet ovat relevantteja myös muihin urheilulajeihin. Heitto on koko kehon koordinoitua yhteistoimintaa, eli varpaista

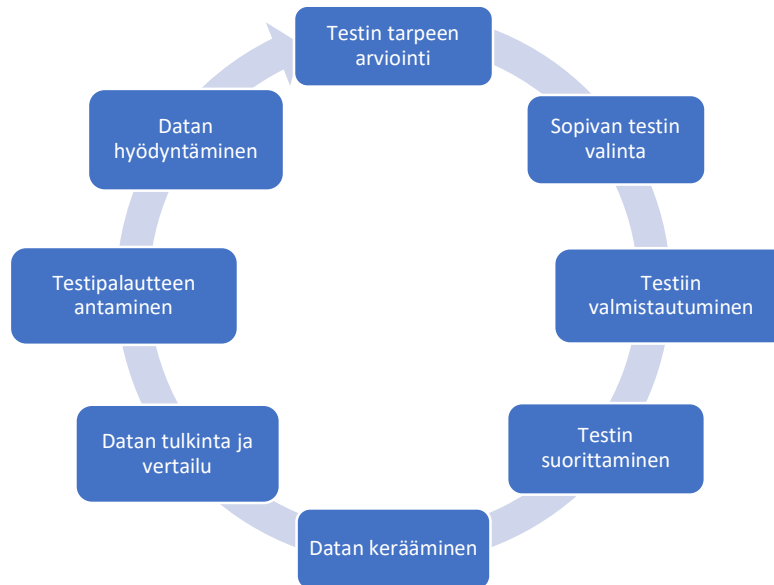
sormenpäihin ulottuvan kineettisen ketjun toimintaa. Käsipallossa heitetään paljon hyppytilanteissa, joissa korostuu keskivartalon toiminta avoimessa kineettisessä ketjussa. Hyppyheitossa vaiheet voidaan erotella seuraavasti: viimeinen kontakti alustaan, ponnistus, heiton virittäminen, käden kiihdytys ja jarrutus, heiton päätös sekä laskeutuminen alustalle (Suarez & Ferragut 2019; Belsic ym. 2021). Suomalaisissa lähteissä heitto on tyypillisimmin yksinkertaistettu kolmeen eri osaan: valmisteluvaihe, toimintavaihe ja päästövaihe (Kempainen 2015, 15).

3 Fyysisten ominaisuuksien mittaaminen

3.1 Testaustoiminnan periaatteet, tarve ja käytännöt

Kilpa- ja huippu-urheilussa harjoittelun tulisi perustua faktoihin, eikä urheilijan tai valmentajan omiin mielipiteisiin. Fyysisten ominaisuuksien mittaaminen on yksi keinoista toteuttaa faktoihin perustuvaa harjoittelua ja valmennusta. Fyysisen kunnon ja sen eri osa-alueiden testaamisen ensisijaisena tarkoituksena on selvittää urheilijan suorituskykyä, vahvuuksia ja heikkouksia oman lajinsa kannalta. Testitulokset ja niissä tapahtuvat muutokset ovat tärkein tulkittava muuttuja. Tuloksien perusteella harjoittelua optimoidaan ja kehitetään. Tuloksia käytetään mm. harjoittelun suunnitteluun ja vaikuttavuuden seurantaan. Datan lisäksi testien aikana voidaan arvioida keuhko- ja sydäntoimintaa, liikkeenkontrollia ja nivelten liikkuvuutta (Sanders ym. 2013). Testituloksia voidaan hyödyntää myös tilanteissa, joissa urheilija palaa lajiin vamman tai sairastumisen jälkeen tai, jos epäillään, että urheilija on ylikuormittuneessa tilassa (Sanders ym. 2013; Barkley 2021). Testaamisen katsotaan onnistuneen, kun siitä hyötyvät sekä testattava että testaaja. Säännöllisen ja laadukkaan testaamisen arvo korostuu, kun testit ovat toistettavia ja niiden tulokset ovat vertailukelpoisia. Jos tuloksia ei hyödynnetä, voidaan todeta, että testaaminen on epäonnistunut. Ensimmäinen testauskerta määrittää lähtötason, joka toimii vertailukohteena tuleville testikerroille. (Keskinen ym. 2018, 290; Jääskeläinen 2019, 216.)

Fyysisten ominaisuuksien mittaamisen frekvenssi riippuu urheilijasta ja mittausten tarpeesta. Tarvetta määrittelevät ajankohta, urheilijan suorituskyky ja meneillään oleva harjoittelujakso. Useissa lajeissa tärkeimpiä ominaisuuksia tulisi testata 2–3 kertaa vuodessa. Testikerran tulisi sisältää kestävyys-, nopeus- ja voimatestit. Testaustoiminnalle soveltuvimmat ajankohdat ovat peruskuntokauden alussa ja ennen kilpailukauden alkua. Laajemman testistön yksittäisiä mittausmenetelmiä voidaan kuitenkin käyttää myös kilpailukauden aikana. (Nummela & Peltonen, Keskinen ym. 2018, 145–146 mukaan.) Urheilijan testaamista ei tulisi koskaan suorittaa pelkästään testaamisena, koska se lisää urheilijan kokonaiskuormitusta ja saattaa olla suorituskyvyn kannalta haitallista. Testausta pitäisi siis käyttää ainoastaan valmennuksen ja harjoittelun optimoinnin apuvälineenä. Testitulokset voidaan kuvailla prosessiksi, joka alkaa testaamisen tarpeen arvioinnista, tavoitetilan määrittämisestä, ohjeistuksesta ja suorittamisesta aina tuloksien tulkintaan sekä niiden hyödyntämiseen saakka. Testausprosessi on esitetty kuviossa 2. Laadukas testausprosessi vaatii ammattitaitoista ja koulutettua henkilökuntaa. (Keskinen ym. 2018, 13 & 16.)



Kuvio 2. Testausprosessi (mukailtu Coulson & Archer 2009)

Fyysisten ominaisuuksien testaamisen tarvetta ja hyötyjä on joissakin urheilulajeissa tutkittu ammattilaisten haastattelumenetelmillä. Esimerkiksi McCormackin ym. (2020) tutkimuksen mukaan ammattilaiset pitivät kuntotestausta hyödyllisenä apuvälineenä, mutta eivät käyttäneet sitä koko valmennuksen perustana. Tutkimuksessa selvitettiin kuntotestaamisen hyötyjä ja indikaatioita rugbyssa eri ammattilaisten näkökulmasta. Tutkimukseen osallistui 24 ammattilaisista, joista noin puolella oli ylempi korkeakoulututkinto ja lopuilla opistotasoinen valmentajan ammattitutkinto. Tutkimus toteutettiin puolistrukturoituina haastatteluina. Testaamista käytettiin urheilijoiden motivaattorina, kuormituksen ja harjoittelun seurannassa ja suorituskyyprofiilien luonnissa. Tämä puoltaa ajatusta siitä, että testaustoimintaa tulisi käyttää urheilijoiden parissa ainoastaan työkaluna optimoida harjoittelua ja valmennusta.

Tavoitteelliseen toimintaan kuuluu aina suunnitelmien edistymisen seuranta. Testaustoiminnan ja lajispesifien testimenetelmien avulla voidaan seurata suorituskyyä ja harjoittelun vaikuttavuutta. Kilpailutilanteista voidaan analysoida lajisuorituskyyä, mutta ei suoritukseen vaikuttavia fyysisiä ominaisuuksia. Harjoittelun tarkoituksena on kehittää lajisuoritusta parantavia ominaisuuksia, joten näiden ominaisuuksien seuranta ja mittaaminen on tärkeää. Voiman osa-alueista tulisi seurata maksimi-, nopeus- ja kestovoimaa (Häkkinen, Keskinen ym. 2018, 169 mukaan). Kestävyysominaisuuksista tärkeimpiä seurattavia arvoja ovat maksimaalinen hapenottokyy, aerobiset ja anaerobiset kynnystehot (Paavolainen ym. 1999, Keskinen ym. 2018, 145 mukaan). Lajinomaisilla suorilla maksimitesteillä voidaan mitata kaikkia kestävyuden osa-alueita. Suorien testien käyttäminen liian usein on

urheilijalle haitallista, koska se aiheuttaa ylimääräistä kuormitusta. Suorituskyvyn seurannassa on järkevämpää käyttää kenttätestejä, joita voidaan tarvittaessa täydentää suorilla testeillä. (Nummela & Peltonen, Keskinen ym. 2018, 145–146 mukaan.) Kilpa- ja huippu-urheilussa testijärjestelmä luodaan lajianalyysin pohjalta ja testien tuloksia voidaan tarvittaessa vertailla lajin parhaiden urheilijoiden tuloksiin (Jääskeläinen 2019, 158).

Kuntotestaamisen hyvien käytäntöjen mukaan testaustoiminnassa tulisi noudattaa yleisiä suosituksia ja periaatteita. Näiden pohjalta testaaminen ja testituloksien hyödyntäminen on kaikin puolin laadukasta, turvallista sekä vertailukelpoista. Testaustoiminnan tärkeimpinä arvioitavina kriteereinä pidetään eettisyyttä, laatua ja turvallisuutta. Yhtenäisten käytäntöjen avulla pyritään vähentämään testattavasta riippumattomien tekijöiden vaikutuksia tuloksiin. Ne myös luovat perustan eettisille periaatteille ja laadukkaalle testaustoiminnalle yhteiskunnallisella tasolla. (Pihlainen ym. 2011, 7; Ahtiainen ym. 2022.)

3.2 Laadukas ja luotettava testaaminen

Testaamisen laadunhallintaa tulisi jatkuvasti pitää yllä, sillä sen avulla minimoidaan mittaus-tilanteissa tapahtuvia virheitä, jotka ovat testattavasta riippumattomia. Näitä virheitä voivat olla esimerkiksi teknologiaan ja laitteistoon liittyvät ongelmat, varusteista johtuvat keskeytykset, epäselvät suoritusohjeet tai testiolosuhteiden äkilliset muutokset. Teknologiaan liittyviä virheitä voidaan vähentää laitteiston säännöllisillä päivityksillä ja kalibroinnilla. Testin suorittamisen tulisi olla tarkasti valvottua ja kontrolloitua, vaikka siitä olisi tullut rutiininomaista tai silloin, kun tehdään useita testejä lyhyellä aikavälillä. Laadunhallintaan sisältyy myös prosessin aikana esiin tulevien poikkeuksien kirjaaminen. Poikkeuksia voi esiintyä esimerkiksi ulkona suoritettavissa testeissä, jolloin testipaikan olosuhteiden vakioiminen on lähes mahdotonta. Testien virheellisten tuloksien lähteet tunnistetaan ja merkitään ylös, jotta niitä voidaan käyttää testimenetelmien valintaan ja tuloksien tulkintaan. Testaajalta tai testipaikalta tulisi löytyä testien kirjalliset suoritusohjeet. Hyviin käytäntöihin myös kuuluu toimintatapojen arviointi, palautteen antaminen ilman välikäsiä sekä palautteen kerääminen testattavalta. (Ahtiainen ym. 2022.)

Käsipallossa testattavia fyysisiä ominaisuuksia on lukuisia, mm. seuraavat: juoksunopeus, hyppykorkeus, maksimivoima eri liikkeissä, heiton nopeus, kestävyyskunto, hapenottokyky ja lajispesifi nivelliikkuvuus (Bautista ym. 2016). Testattavien ominaisuuksien määrän takia testien suoritusjärjestys optimoidaan niin, että kestävyyttä ja voimantuottoa mittaavat testit suoritetaan eri päivinä. Kestävyysharjoittelun hermostolliset adaptaatiot eivät ole maksimivoimantuoton kannalta edullisia, joten niitä tulisi harjoittaa erillisinä päivinä. Testaajan on siis huomioitava ja ymmärrettävä elimistössä tapahtuvia fysiologisia vasteita suorituksen

aikana ja sen jälkeen. Yksi merkittävimmistä vasteista on kestävyysharjoittelun aiheuttama voimantuoton vajuus, joka kestää vähintään kahdeksan tuntia. (Rytkönen 2014, 44.) Edellä mainituilla tekijöillä on suuria vaikutuksia testituloksiin, joten testien suoritusjärjestys tulisi aina vakioida. Luotettavuuteen ja vertailukelpoisuuteen tähtäävässä testaamisessa tulisi lisäksi vakioida seuraavat osa-alueet: ohjeistus, välineistö, suoritusajankohta, testiolosuhteet, lämmittely ja testiin valmistautuminen. Alkulämmittely suoritetaan samalla tavalla ennen jokaista testikertaa. Optimaalisena testipaikan lämpötilana pidetään 20–22 astetta. (Keskinen ym. 2018, 38.)

Hyvä valmistautuminen pitää sisällään myös levon ja ravinnon vakioinnin. Ruokailussa noudatetaan 3 tunnin sääntöä, joka tarkoittaa, että ruokailua, kofeiinia, lisäravinteita sekä päihteiden käyttöä tulisi välttää kolme tuntia ennen testin alkua. Urheilijoiden kohdalla valmistautumisen vakiointiin pitää kiinnittää erityishuomiota, sillä testitulannetta edeltävien päivien harjoittelu vaikuttaa oleellisesti testituloksiin. Mikäli fyysisten ominaisuuksien testaamiseen sisältyy kestävyden ja voimantuoton mittaamista, ne suoritetaan erillisinä päivinä tai kokonaan erillisillä viikoilla. (Pihlainen ym. 2011, 8; Keskinen ym. 2018, 16–17, 37.)

Testituloksiin vaikuttavat olennaisesti myös testaajan koulutuksen taso, taustat ja kokemus. Kuntotestaustoimintaa suorittavalla ammattilaisella olisi suositeltavaa olla liikunnan- tai terveydenalan korkeakoulututkinto. Tarvittaessa testaaja käy lisä- tai täydennyskoulutuksia oman tasonsa mukaan ja harjaantuu kaikkiin testeihin, joita hän työssään käyttää. Myös testattavan testikokemus vaikuttaa tuloksiin. Testeistä saadaan luotettavampia ja tarkempia, mikäli ne toteutetaan tavalla, joka on kohdehenkilölle tuttu (Jääskeläinen 2019, 159). Testaustoiminnasta vastaavan henkilökunnan täytyy myös olla tietoinen asiakkaan toimintaympäristöstä. Käsipalloilijalle toimintaympäristö tarkoittaa lajin fyysisten ja psyykkisten vaatimuksien ymmärtämistä. Lisäksi hyviin käytäntöihin kuuluu, että testaaja arvioi toiminnan ajantasaisuutta sekä koulututtuu vuosittain. (Kamsula & Aho 2021; Ahtiainen ym. 2022.)

Fyysisten ominaisuuksien mittaamisessa tulisi käyttää ainoastaan tutkittuun tietoon perustuvia menetelmiä. Testimenetelmille on asetettu seuraavia laatukriteereitä: validiteetti, reliabiliteetti ja sensitiivisyys, joilla pyritään mahdollisimman laadukkaaseen testaamiseen. (Keskinen ym. 2018, 16.) Validiteetti (*validity*), eli pätevyys tarkoittaa, että mittaako valittu mittari juuri sitä asiaa, mitä sillä on tarkoituskin mitata. Mittarin soveltuvuutta tulisi aina arvioida käyttötarkoituksen ja kohderyhmän mukaan. Reliabiliteetti (*reliability*), eli luotettavuus tai toistettavuus tarkoittaa, että testi voidaan toistaa useasti peräkkäin vastaavin tuloksin. Reliabiliteetin testin tuloksissa on vähän mittausvirheitä, vaikka se toistettaisiin useita kertoja. Tämä on tärkeää mittauksissa, joita toistetaan usein seurantatarkoituksessa. (Hirsjärvi ym.

2009, 231; TOIMIA 2017, 11.) Sensitiivisyys (*sensitivity*), eli muutosherkkyys tarkoittaa testin tai mittarin kykyä ilmoittaa muutoksista mitattavassa ominaisuudessa. Muutosherkkyiden arvioimiseksi tarvitaan useita mittauksia pidemmillä aikaväleillä. Näiden lisäksi suorituskkyä mittaavissa testeissä voidaan arvioida käyttökelpoisuutta (*feasibility*), joka kertoo mittarin rutiininomaisesta käytöstä. Silloin arvioidaan seuraavia asioita: hintaa, välineistöä sekä ajan ja henkilöstön tarvetta. (TOIMIA 2017, 11.) Opinnäytetyöhön valittujen testien luotettavuutta ja soveltuvuutta käsipalloon on arvioitu myöhemmin kohdassa 4.

3.3 Turvallinen testaaminen

Testaamisen turvallisuuteen liittyy olennaisesti toiminta ennen, jälkeen ja testin aikana. Toiminnan tarpeenarvioinnin ja suunnitelman jälkeen keskitytään valmistautumiseen. Valmistautuminen pitää sisällään esitietojen ja riskitekijöiden kartoittamisen, mikäli niitä ei ole ennalta saatavilla. Jos esitietojen selvittelyn aikana nousee esille riskitekijöitä, täytyy tutkittava ohjata lääkärin vastaanotolle ja varmistaa, että testaaminen on turvallista. (Ahtiainen ym. 2022.) Ennen testejä kaikilta osallistujilta mitataan lepoverenpaine. Systolisen paineen tulisi olla alle 180 mmHg ja diastolisen paineen alle 110 mmHg. Kyseiset verenpaineraajat ovat kontraindikaatioita fyysisten ominaisuuksien mittaamiselle. (Keskinen ym. 2018, 37; Pihlainen ym. 2011, 9.)

Kuntotestit ovat vähintäänkin submaksimaalisia, joten ennen toimintaa tehdään huolellinen alkuverryttely. Alkuverryttely voi pienentää vammariskiä, ja sen on todettu parantavan suorituskkyä maksimaalisissa suorituksissa (Hulmi 2019, 163). Suurimman riskin kestävyysominaisuuksia mittaavissa testeissä alle 35-vuotiaille aiheuttaa synnynnäiset sydänviat (Muller 1994, Keskinen ym. 2018, 32 mukaan). Urheilijoiden kanssa lääkärin tarkastuksia tehdään säännöllisesti ja niillä pyritään siihen, että lajinomainen harjoittelu on turvallista ja, että terveyttä uhkaavat tilanteet voidaan ennaltaehkäistä (Bernhardt & Roberts 2019, 11). Testattavalle tulisi ennakkoon välittää kirjalliset suoritus- ja valmistautumisohteet, jotka kerataan suullisesti ennen testin alkua. Turvallisuuden näkökulmasta tärkeimpänä pidetään testin keskeyttämisohjeita. Juuri ennen testaamisen aloitusta täytyy varmistua siitä, että toimintaa ei ole kontraindisoitu testattavan terveydentilan takia. Tämä lisää testaustoiminnan turvallisuutta ja kuuluu hyvien käytäntöjen suosituksiin. (Ahtiainen ym. 2022.)

Ennen mittauksien aloittamista varmistetaan ja suunnitellaan riittävät ensiaputoimet. Jokaisella testipaikalla tulisi olla henkilökuntaa, jolla on ajantasainen ensiapuvalmius, ja riittävä elvytysvälineistö (Keskinen ym. 2018, 32). Testin aikana tutkittavan vointia ja eleitä seurataan taukoamatta. Mikäli testaustoimintaa tehdään seuroissa suuremmissa ryhmissä kerrallaan, täytyy varmistua siitä, että paikalla on riittävästi testaajia ja valvontaa. Kaikkiin

testattaviin pidetään katkeamaton puhe- ja näköyhteys. Testien aikaisen valvonnan ja seurannan tukena voidaan käyttää Borgin asteikkoa 6–20 tai siitä mukailtua RPE-taulukkoa (*rate of perceived exertion*), joka soveltuu kestävyyttä ja voimaa mittaaviin testeihin. Ne kertovat subjektiivisesta kuormittuneisuudesta. (Keskinen ym. 2018, 38; Ahtiainen ym. 2022.)

Testien keskeyttämiseen johtavia syitä ovat seuraavat:

- testattavan halu lopettaa
- poikkeavan voimakas hengitys- tai katkokävelyoire
- heikon hapettumisen ja verenkierron oireet
- rintakipu
- sydämen sykkeen poikkeava käyttäytyminen
- päänsärky tai voimakas kipu muualla kehossa
- testivälineistön toimimattomuus.

Testin päätyttyä jokaista testattavaa tulisi seurata siihen asti, kunnes testihenkilöt itse kokevat palautuneensa. Maksimaalisten testien jälkeen suoritetaan loppuverryttely. Loppuverryttelyn tarkoituksena on portaittain laskea kuormituksen tasoa, jolla voidaan nopeuttaa hengitys- ja verenkiertoelimistön palautumista ja vähentää komplikaatioiden riskejä kovatehoisten suoritusten jälkeen (Kaikkonen). Testien tulokset käydään läpi toiminnan päätyttyä ja testattavalle annetaan mahdollisuus esittää kysymyksiä omaan tasoonsa liittyen. (Keskinen ym. 2018, 39; Pihlainen ym. 2011, 15.)

3.4 Eettisyys ja tietosuoja

Laadun ja turvallisuuden ohella fyysisten ominaisuuksien mittaamisessa pyritään noudattamaan eettisiä periaatteita. Toiminnan eettiset lähtökohdat riippuvat testattavan taustoista. Kilpa- ja huippu-urheilijoilla testauksen tarkoituksena on parantaa urheilupäätöstä, joka tarkoittaa, että vastuu urheilijoiden elämäntilanteesta on valmentajalla. Testilanteissa tulee kunnioittaa itsemääräämisoikeutta, vaikka kyseessä olisi maksimaalista suorituskykyä mittaava testi. Testattavalla on oikeus lopettaa testin suorittaminen ilman painostamista. Toimintaan osallistuminen tulisi aina olla vapaaehtoista ja testattavan etuja mukailevaa. Vaikka testaamisen avulla selvitetään yksilön fyysisiä ominaisuuksia, tulisi testattavaa aina käsitellä psykofyysisenä kokonaisuutena (Ahtiainen ym. 2022). Lajista tai yksilön taustoista huolimatta toiminnan tulisi perustua yhteisesti sovittuun tavoitteeseen ja päämäärään. Sovitun tavoitteen saavuttaminen edellyttää hyvää vuorovaikuttamista, joka tarkoittaa, että testipalautteen antoon tulisi keskittyä yhtä paljon kuin prosessin muihin vaiheisiin. Palautteen

antamisessa tulisi korostaa kiireettömyyttä ja kieliasua, joita molemmat ymmärtävät. (Keskinen ym. 2018, 18–22.)

Nuorten urheilijoiden fyysisten ominaisuuksien mittaamisen tarve on oltava perusteltua ja sitä tulisi toteuttaa nuoren omien etujen ja yksilöllisten tarpeiden takia. Yleisellä tasolla voidaan eettisesti ajatella, että yksilön tarpeet ja edut menevät aina tutkimuksen ja mittaamisen edelle. (Keskinen ym. 2018, 22.) Mikäli opinnäytetyön tuotosta käytetään myös nuorten käsipalloilijoiden fyysisten ominaisuuksien mittaamisessa, tulisi testausprosessissa täysimääräisesti huomioida nuorten toiveita ja tarpeita. Urheilijoiden fyysisten ominaisuuksien testaamiseen kuuluu usein myös antropometrisia mittauksia, joissa selvitetään kehon eri kudosten massaa, mittasuhteita ja yksilöiden pituutta. Mittauksia hyödynnetään osana harjoittelun vaikuttavuuden seurantaa. Kyseisten mittausten suorittamista nuorille urheilijoille tulisi käyttää vain harkiten, koska sillä saattaa olla negatiivisia vaikutuksia mielenterveyteen. Lisäksi kasvavan nuoren antropometristen mittausten tulokset eivät ole riittävän vertailukelpoisia yksilöllisestä kasvusta ja kehityksestä riippuen. (Keskinen ym. 2018, 47; Jääskeläinen 2019, 165–166.)

Testaustoiminnassa käsitellään useita eri tietoja. Tietojen käsittely tarkoittaa testituloksien ja henkilötietojen hyödyntämistä, keräämistä, seurantaa, siirtämistä ja luovuttamista. Henkilötiedoiksi katsotaan testitulokset, esitiedot, paino, pituus ja terveystiedot. Kaikki testattavaan liittyvä tieto on luottamuksellista ja sen käyttämisestä sovitaan yhdessä testattavan kanssa. Esimerkiksi urheilijoiden väliset tulokset ovat kilpailun kannalta todella arvokkaita ja niitä ei saa vertailla ilman urheilijan suostumusta. Testituloksista saatavaa dataa pitää tallentaa tietosuojaperiaatteiden mukaisesti ja tietoihin sovelletaan tietosuojaperiaatteita. Mikäli testaustoiminnan tuloksia käytetään tieteellisessä toiminnassa, tulee siinä noudattaa tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeita (TENK 2012). Testiaineiston tallennukseen tarvitaan testattavien suostumus. Henkilötietoja saa käyttää ja tulkita vain siihen nimetyt henkilöt ja ammattilaiset. Lisäksi organisaatiossa täytyy olla tietosuojasta nimetty vastuuhenkilö. (Keskinen ym. 2018, 25; Tietosuojavaltuutetun toimisto).

4 Fyysisiä ominaisuuksia mittaavat testit käsipallossa

4.1 Kartoittava tutkimuskatsaus

Kartoittava tutkimuskatsaus on hyvin yleinen katsauksen muoto ilman tarkempia ja tiukempia rajauksia. Se tarkoittaa aiheeseen liittyviin lähteisiin, eli tutkimusmateriaaleihin perehtymistä. Käytettävät aineistot ovat laajoja ja niiden valintaa ei ole tarkoin määritelty. Katsauksella pyritään luomaan laajempaa kuvaa käsiteltävästä aiheesta ja tarvittaessa luokittelemaan aiheelle tyypillisiä ominaisuuksia ja yhteyksiä. (Salminen 2011, 6–7.)

Opinnäytetyön aiheen laajuuden takia kehittämisprosessin tukena käytettiin kartoittavaa kirjallisuuskatsausta. Huomionarvoista on myös se, että käsipalloon liittyvää tutkimustietoa ei ole yhtä paljon saatavilla kuin esimerkiksi jalkapallosta tai koripallosta. Milletin ym. (2021) liikuntatieteitä tutkivan bibliometrisen analyysin mukaan 69 % artikkeleista ja 75 % viittauksista liittyi seuraaviin eri lajeihin: jalkapallo, koripallo, tennis, pyöräily, uinti, pesäpallo, voimistelu, koripallo ja soutuajat. Testattavien ominaisuuksien ja testien suuren määrän takia kirjallisuuskatsauksen käyttäminen tämän opinnäytetyön päämenetelmänä ei olisi onnistunut luotettavasti. Katsauksen tarkoituksena oli tuottaa laajempaa ymmärrystä käsiteltävästä aiheesta, eli käsipalloilijan fyysisten ominaisuuksien mittaamiseen käytettävistä testeistä. Katsauksen avulla pystyimme hahmottamaan käsiteltävää aihetta tarkemmin ja luotettavammin sekä saimme paremman käsityksen käsipallotutkimuksessa käytetyistä testeistä.

Tiedonhaku suoritettiin LAB Primossa saatavilla olevista tietokannoista. LAB Primossa olevia tietokantoja ovat mm. PubMed, EBSCO, Cochrane Library, Medic, PEDro ja CINAHL. Haku suoritettiin vuosilta 2015–2022 ja tehtiin englanniksi, koska aihealueesta löytyy hyvin vähän tietoa suomen kielellä. Haku ei tuottanut suoria tuloksia testipattereista, joten tarkastelimme, että millaisia fyysisen suorituskyvyn testejä käsipallotutkimuksissa on käytetty. Yksittäisten ominaisuuksien mittaamisesta tietoa näyttäisi löytyvän laajemmin. Haku suoritettiin seuraavilla sanoilla: ”physical fitness tests” AND ”handball” AND ”athlete” ja ”physical performance in handball”, jota täydennettiin haulle: ”athletic performance” AND ”injuries in handball”. Hakusanat kohdistettiin kaikkiin saatavilla oleviin kenttiin. Tarkasteltavien tutkimusartikkeleiden kriteerit olivat seuraavat: yli 3 testattavaa ominaisuutta, vertaisarvioitu julkaisu, julkaisuvuosi 2015–2022, artikkelin relevanttius käsipallon kannalta ja kohderyhmänä tavoitteelliset pelaajat. Aihealueen kartoittamisessa on tarkasteltu junioreita sekä aikuisia molemmista sukupuolista, koska kehittämisprosessin tuotosta on tarkoitus käyttää näillä kohderyhmillä. Lajin fyysisten vaatimuksien ja kartoittavan tiedonhaun perusteella voidaan todeta, että testattavia ominaisuuksia on useita. Tulokset on esitetty taulukossa 1.

Tekijät ja vuosi	Tutkimuksen tarkoitus	Otanta (N) ja urheilijoiden taso	Käytetyt testit
Fernandez, J. ym. 2022.	Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää käsipalloilijoiden fyysisten ominaisuuksien ja heitonopeuden yhteyttä.	Pojat alle 13 vuotta (U13) ja alle 15 vuotta (U15). N = 119, U13 = 85 & U15 = 34. Taso: Nuoret kilpaurheilijat.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Liikkuvuus lonkka- ja olkanivelistä. 2. Kevennyshyppy ja yhden jalan kolmi-loikka. 3. Isometrinen voimantuotto: olkanivelen kiertäjät ja lonkan lähentäjät/loitontajat. 4. Kuntopallonheitto. 5. Käsipallon heitonopeus 7 ja 9 metristä. 6. Suunnanmuutosjuoksu 5–0–5 testillä. 7. Suora sprintti.
Hermassi, S. ym. 2020.	Tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella rasvaprocentin yhteyttä fyysiseen suorituskykyyn käsipallossa.	N = 29 nuorta käsipalloilijaa Qatarin ykkössarjasta. Taso: Nuoret kilpaurheilijat.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suora sprintti 15 m ja 30 m. 2. Kevennyshyppy ja kyykkyhyppy. 3. 3 kg kuntopallon heitto istuen. 4. Ketteryys ja nopeus T-radon avulla. 5. Yo-Yo intermittent recovery test level 1.
Hermassi, S. ym. 2019a.	Tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida lyhytkestoisien voimaharjoittelun vaikutuksia käsipalloilijan fyysiseen suorituskykyyn.	Tutkimukseen osallistui yhteensä N = 20, joista puolet oli testiryhmässä ja puolet kontrolliryhmässä. Taso: Ammattiurheilijat.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kevennyshyppy- ja kyykkyhyppy testit. 2. 10 ja 30 metrin suora sprintti. 3. Suunnanmuutokset T-rata testillä. 4. Heitonopeus erikseen hypystä ja 3 askeleen vauhdista. 5. Maksimivoimat, mutta liikkeitä ei mainittu.
Hermassi, S. ym. 2019b.	Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia antropometristen ja fyysisten ominaisuuksien pelipaikkakohtaisia eroja käsipallossa.	Tutkimukseen osallistui yhteensä N = 38 ammattilaispelilaajaa, joista 20 oli korkeimmalta sarjatasolta ja 18 toiseksi korkeimmalta.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kyykky- ja kevennyshyppy. 2. 15 ja 30 metrin sprintti. 3. Pallon heitonopeus hypystä ja 3 askeleen vauhdilla. 4. Ylä- ja alaraajojen maksimivoimat. 5. Yo-Yo intermittent recovery testi level 1.

		Taso: Huippu- ja ammattiuurheilijat.	
Pereira, L. ym. 2018.	Tutkimuksen tarkoituksen oli vertailla ja arvioida naisten käsipallon olympiajoukkueen ja yliopistojoukkueen pelaajien fyysistä suorituskkyä.	Tutkimukseen osallistui yhteensä N = 28 naiskäsipalloilijaa, joista 12 pelasi olympiajoukkueessa ja 16 yliopistojoukkueessa. Taso: Huippu-urheilijat.	1. Kyykkyhyppy kuormalla. Kevennys- ja kyykkyhyppy ilman kuormaa. 2. Penkkipunnerrus yhden toiston maksimina. 3. 5-, 10- ja 20 metrin suorat sprintit. 4. Suunnanmuutokset Z- ja T-radoilla.
Massuca, L. ym. 2015.	Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää fyysisen suorituskvyn eroavaisuuksia käsipallossa pelipaikka-kohtaisesti.	N = 106 käsipalloilijaa, joista maalivahteja 24, pivot-pelaajia 22, laitahyökkääjiä 48, laitapuolustajia 38 ja keskuspuolustajia 29. Taso: Huippu-, ammatti- ja amatööriurheilijat.	1. 30 metrin sprintti. 2. Puristusvoima. 3. Kyykky- ja kevennysyhyppy. 4. Istumaan nousu. 5. Yo-Yo intermittent recovery-testi level 2.
Barrera-Dominiguez ym. 2021.	Tutkimuksen tarkoituksena oli analysoida liikkuvuutta, dynaamista tasapainoa, alaraajojen lihasvoimaa sekä eroja raajojen välillä.	Yhteensä 48 urheilijaa, joista koripalloilijoita (N = 23) ja käsipalloilijoita (N = 25). Taso: Ammattiuurheilijat.	1. Kuormitettu nilkanivelen dorsifleksio. 2. Y-Balance-testi. 3. Yhden jalan kolmiloikka. 4. Kevennysyhyppy ja yhden jalan pudotusyhyppy. 5. Kehonkoostumus.

Taulukko 1. Aihetta kartoittava tiedonhaku LAB Primosta

Tiedonhakujen tuloksien mukaan räjähtävyyttä, nopeutta ja voimaa mittaavat testit ovat tärkeimpiä ja lajin kannalta oleellisimpia. Nopeutta arvioitiin vaihtelevasti 5–30 metrin pituisilla lineaarisilla sprinteillä. Voimaa mitattiin eri kehonosista ja eri tekniikoin. Yläraajoihin kohdistuvia testejä olivat penkkipunnerrus, kuntopallonheitto ja kiertäjien isometrinen voimantuotto. Alaraajojen voimaa mitattiin kyykkytestein sekä isometrisesti istuma-asennosta. Räjähtävyyttä ja hyppyominaisuuksia oli mitattu jokaisessa tutkimuksessa kevennysyhyppyn

avulla, jota Fernandez ym. (2022) & Barrera-Dominguez ym. (2021) täydensivät yhden jalan kolmiloikkatestillä. Lisäksi kolmessa katsaukseen valitussa tutkimuksessa mitattiin kestävyysominaisuuksia ja siihen käytettiin YoYo-testin variaatiota, kun taas käsipallon heittonopeutta mitattiin neljässä eri tutkimuksessa eri etäisyyksiltä. Katsauksen perusteella luotiin tuotoksen alustava runko, joka muodostui seuraavista testeistä: maksimivoima, kevennys-hyppy, käsipallon heittonopeus, kestävyys, lineaarinen sprintti ja suunnanmuutos. Katsauksen lisäksi suoritettiin lisähakuja, joiden tarkoituksena oli selvittää ominaisuuskohtaisesti luotettavia ja toistettavia testejä käsipallossa.

4.2 Maksimivoimatestit

Pallopeleissä alaraajojen voimatasoja mitataan useimmiten levytangolla suoritettavilla kyykyillä (Häyrinen 2013, 31). Urheilijoille kyykkyliikkeen suurimmat edut näkyvät optimaalisemman voimantuoton myötä suorituskyvyssä, muun muassa juoksemisen ja hyppäämisen parantumisina (Del Vecchio ym. 2018). Käytetyin kyykyn variaatio on takakyykky, jossa tangon yleisin paikka on joko epäkäslihaksen yläosan päällä tai hartialihaksen takaosien lihasrungon päällä (Healthline 2016).

Penkkipunnerrusta on käytetty validina ylävartalon kenttätestinä, koska se vaatii kehon suurimpien luurankolihasien aktiivointia ja vakautta ala- sekä keskivartalon lihaksistosta. Käsipallossa ei esiinny varsinaisesti rinnasta tehtävää työntöliikettä, siksi oikein tehtynä penkkipunnerrus opettaakin pelaajia optimoimaan voimantuottoa ja auttaa ymmärtämään, ettei kyseessä ole pelkästään puhdas ylävartalon nivelten työntösuunnan voimaliike. (Kvorning ym. 2017.) Lisäksi yksilökohtainen optimaalinen tekniikka saattaa pienentää olkapäävammojen syntymisen riskiä heittävän käden puolella (Manchado ym. 2013).

Luotettavan yhden toiston maksimin (1 RM) saamiseksi testaustilanne suoritetaan seuraavalla tavalla: 1. lämmittelysarja 40–60 % maksimista, 2. lähestymissarja 60–80 % maksimista ja 3. kuormaa lisätään, kunnes löydetään yhden toiston maksimi. Maksimaalisten yritysten välillä tulee pitää 3–5 minuutin tauko. Maksimaalista voimaa voidaan myös arvioida toistotesteillä 2 tai 3 toiston maksimina, jolloin loukkaantumisriski saattaa pienentyä. (Ahtainen & Häkkinen, Keskinen ym. 2018, 190 mukaan.)

Maksimivoimatestien tuloksia voidaan hyödyntää vammriskien arvioinnissa. Samoja testejä voidaan hyödyntää myös silloin, kun urheilija on palaamassa lajin pariin vamman jälkeen. Esimerkiksi käsipalloilijoiden olkapäävammoissa ulkokiertovoima suhteessa sisäkiertoon on usein alentunut. Lajissa olkanivelen kiertäjien voimalla on vaikutuksia heiton voimakkuuteen ja vammojen syntyyn, joten niiden säännöllinen mittaaminen on arvokasta monen eri tekijän näkökulmasta. (Whiteley.) Voimatasoja voidaan mitata isometrisesti tai

dynaamisesti, joista isometristä voidaan pitää toistettavampana ja vertailukelpoisempaa suoritustekniikan kannalta. Testien valinnassa ei kuitenkaan huomioitu isometrisiä mittaus-tapoja, koska ne vaativat teknologiaa, jota seuralla ei välttämättä ole saatavilla. Lisäksi iso-metrisillä mittausmenetelmillä saattaa olla huono yhteys dynaamiseen voimantuottoon, joka on käsipalloilijalle ominaista (Ahtiainen & Häkkinen, Keskinen ym. 2018, 183 mukaan).

4.2.1 Penkkipunnerrus

Penkkipunnerruksesta saatavien hyötyjen on osoitettu olevan yhteydessä heitonopeuden parantumiseen. Testiksi valittiin penkkipunnerrus jalat maassa, jotta saadaan arvioitua sul-jetun kineettisen ketjun voimantuottoa aina jaloista ylävartaloon asti. Testissä selvitetään yhden toiston (1 RM) maksimitulos. Testi hylätään, mikäli testattavan pakarat irtoavat pen-kistä selvästi. Maksimivoiman vaikutuksia heitonopeuteen, lihasvoimaan ja heiton biome-kaniikkaan on tutkittu jo vuonna 1995. Tutkimus sisälsi 9 viikon kontrollijakson, jossa pelaa-jat tekivät lajiharjoittelun lisäksi nousujohteisella kuormalla penkkipunnerrusta. Pelaajien heitonopeus parani seisovilta jaloilta 18 % ja kolmen askeleen vauhdista 17 %. Myös pel-kästään lajiharjoittelua tehneessä kontrolliryhmässä havaittiin kehittymistä, mutta suh-teessa toista ryhmää vähemmän. (Manchado ym. 2013.) Modernimpaa tutkimustietoa prog-ressiivisen penkkipunnerruksen yhdistämisestä lajiharjoitteluun kaivataan johtopäätöksen varmentamiseksi.

Myös penkkipunnerruksen konsentrisen vaiheen vaikutusta heittoon on tutkittu. Løken ym. (2021) totesivat interventiossaan, että tangon kontakti rintakehän kanssa ja siitä alkanut räjähtävämpi ylös työnnön vaihe ei lopulta vaikuttanut testiryhmissä eriävällä tavalla heitto-nopeuteen. Suoritusteknisten asioiden, kuten työntökulman, tempon tai momentumin vai-kuttavuudesta käsipallon lajitaitoihin tarvitaan kuitenkin lisää näyttöä. Häyrinen (2013) on koonnut tuloksia käsipalloilijoiden lihasvoima- ja nopeusvoimaliikkeistä. Hänen mukaansa on todennäköistä, että eliittitason pelaajat penkkipunnertavat vähintäänkin oman kehon pai-nonsa verran. Mediaanitulokset miehillä olivat 75–120 kg, useiden lajien mieshuiput ovat kuitenkin saaneet tulokseksi yli 100 kg. Naisilla hajonta osuu 55–60 kg väliin. Käsipallolle ei ole tehty virallisesti kohdennettua taulukkoa, mutta kirjallisuudessa ilmenneet tulokset muista palloilulajeista antavat viitteitä pelaajien fyysisistä vaatimustasoista. Eliittitason ur-heilijan olisi siis suotavaa punnertaa penkistä tulokseksi yli 100 % kehonpainoon suhteutet-tuna.

Penkkipunnerrus on vakiinnuttanut asemansa yhtenä voiman mittarina isoimpien palloilula-jien testausprotokollissa (Kawamoto 2022). Tämän ja urheilun syyn suhdetta spesifisyyteen pidetään toisinaan ristiriitaisena. Kinesiologian professorin Paul Chekin (2018) mukaan

penkkipunnerrus on yksi riskialttiimmista voimaliikkeistä. Argumenttina hän käyttää teoriaa, jonka mukaan suurilla painoilla tehdessä kovaa alustaa vasten lapaluu ei pääse kunnolla liikkumaan, joka saattaa altistaa olkanivelen suurelle paineelle, vahingoittaen nivelkapselia ja aiheuttaen mahdollisesti löysyyttä. Toisena vastaväitteenä on tuotu esille liikkeen tarpeellisuus lajin vaatimuksien kannalta.

4.2.2 Bulgarialainen kyykky

Käsipallossa tuotetaan usein voimaa toispuoleisesti, jota on tarkemmin selvitetty kohdassa 2.2. Lajinomaista yhden jalan voimantuottoa voidaan mitata bulgarialaisella kyykyllä. Testin tarkoituksena on mitata yksittäisen alaraajan maksimaalista voimantuottoa. Bulgarialaisen kyykyn hyödyt perustuvat sen toiminnallisuuteen. Se tasaa alaraajojen puolieroja, kehittää koko vartalon proprioseptiikkaa ja aktivoi monia alavartalon stabiloivia lihaksia, jotka ovat olennaisia ammattilaisurheilijoiden fyysiselle suorituskyvyille. Lisäksi yhdellä jalalla suoritettavaa kyykkyä voidaan pitää hyvänä dynaamisen voimantuoton mittarina, koska se vaatii monen eri suunnan hallintaa ja tukilihasten vahvuutta. (Rusin 2022.) Yhdellä jalalla suoritettavalla testillä voidaan lisäksi arvioida puolieroja ja vammariskiä, joten saatavasta datasta hyötyy valmentaja, fysioterapeutti ja mahdollisesti lääkäri.

Suoritukset aloitetaan vahvemmillä jalalla, jotta maksimikuorman määrittämiseen ei mene niin kauan aikaa. Testi suoritetaan Smith-laitteella, takimmaisesta jalan ollessa penkillä tai korokkeella. Tämä asento mahdollistaa anatomisesti syvämmät nivelkulmat ja lonkanivelen suuremman liikkeen. Taakse asetetun jalan polven tulee ala-asennossa koskettaa lattiaa. Isomman liikelaajuuden tiedetään olevan positiivisesti yhteydessä lihaskasvuun. (Smith Machine 2020.) Smith-laitetta puoltaa myös Cottermanin ym. (2005) tutkimus, jossa yli 30 kokenutta painonnostajaa kokeili yhden toiston maksimitulosta bulgarialaisella yhden jalan kyykyllä sekä vapailla painoilla, että Smith-laitteella. Vapailla painoilla on prosentuaalisesti korkeampi lihassyiden aktivaatio verrattuna laitteisiin. Tuloksista selvisi, että osallistujat olivat noin 5 % voimakkaampia Smith-laitteella kuin vapailla painoilla. Heidän teoriansa mukaan tämä selittyi vakaammalla asetuksella, mikä mahdollisti voimien keskittämisen liikkeen konsentriseen vaiheeseen.

Lihassähkökäyrillä (EMG) suoritetuissa tutkimuksissa on havaittu, että bulgarialaisen yhden jalan kyykyn aktivaatio kohdistuu erityisesti keskimmaiselle pakaralihakselle (*m. gluteus medius*), takareiden lihaksille (*m. biceps femoris*) ja vinoille vatsalihaksille (*m. externus obliquus abdominis*). Kahden jalan kyykyssä korkeampi aktivaatio painottuu suoralle reisilihakselle (*m. rectus femorikselle*). (McCurdy ym. 2010; Andersen ym. 2014.) Keskimmäisen

pakaralihaksen ja vinojen vatsalihasten suorituskyky näkyy käsipallossa suunnanmuutoksissa, hyppyjen alastuloissa ja alaraajan linjauksen hallinnassa.

Testinä voidaan käyttää yhden toiston maksimia tai 2–3 toiston maksimitulosta. Pienet toistomäärät ovat lähteiden mukaan yhdistetty kohonneeseen loukkaantumisriskiin, jonka on spekuloitu johtuvan tekniikan puutteellisuudesta (McCurdy ym. 2004). Teorian taustalla ei kuitenkaan ole laajempaa perustaa, joten lisää tutkimuksia kaivataan asian todentamiseksi. Kokeneiden urheilijoiden testinä voidaan turvallisesti käyttää yhden toiston maksimia. Nuorten urheilijoiden kohdalla täytyy huomioida harjoittelutausta ja tarvittaessa suosia muutama toiston maksimitestiä.

4.3 Hyppytestit

Erilaisten hyppytestien tarkoituksena on mitata urheilijan kykyä tuottaa räjähtävästi voimaa ylös tai eteenpäin. Pudotus- tai esikevennyshypyillä arvioidaan urheilijan kykyä hyödyntää konsentrista vaihetta edeltävää eksentrisen vaiheen esivenytystä, jolloin suoritustekniikka ja taito korostuvat. Taitoa vaativissa hypyissä pärjää usein paremmin urheilija, jolle testi on ennestään tuttu. Tuloksiin vaikuttavat käsien liike, hypyn syvyyskulma ja esikevennys, eli elastisten ominaisuuksien hyödyntäminen. Hyppytestejä voidaan myös suorittaa peräkkäisinä toistoina, jolloin saadaan tietoa plyometrisistä ominaisuuksista ja kyvystä tuottaa räjähtävää voimaa toistuvasti. Vertikaalihyppy ovat toistettavia ja niiden muutosherkkyys on hyvä. (Kyröläinen, Keskinen ym. 2018, 196–200 mukaan.)

Kevennyshyppy on yksi nopeusvoiman yleisimmistä ja käytetyimmistä mittareista. Se on pätevä ja luotettava testi alaraajojen räjähtävän voiman mittaamiseen. Nopeusvoima on hermostollisesti erittäin vaativa ominaisuus, joten sitä arvioimalla voidaan tarkastella myös urheilijan hermolihasjärjestelmän kuormittuneisuutta. Hyppytestit ovat suosittuja, koska niiden avulla voidaan arvioida useita asioita samanaikaisesti. (Walker 2016a; Kyröläinen, Keskinen ym. 2018, 196 mukaan.)

4.3.1 Kevennyshyppy kädet lantiolla

Kevennyshyppy, eli counter movement jump (CMJ) on luotettavin ja yleisin alaraajojen räjähtävää voimaa mittaava testi. Kevennyshypyn tuloksien on todettu olevan suoraan yhteydessä rinnallevetoon, takakyykyyn ja kiihdytysnopeuteen. Yleisimmin mittauksia tehdään voimalevyillä, kontaktimatolla, optisilla sensoreilla, videoanalyseilla tai kiihdytysmittareilla. Resurssitekijöiden takia valitsimme järjestelmään optisilla sensoreilla mitattavan kevennyshypyn ilman käsien liikettä, jolloin saadaan tarkemmin arvioitua alaraajojen maksimitehoa. Maksimitehoa voidaan arvioida hyppykorkeustuloksena (cm) tai huipputehona (W).

Vertikaalihyppyjen huipputeho voidaan laskea seuraavalla kaavalla: $(60.7 \times \text{hypyn korkeus}) + (45.3 \times \text{kehonpaino}) - 2055$ (Kyröläinen, Keskinen ym. 2018, 200 mukaan). Ennen arvioitavia hyppyjä suoritetaan 1–2 lämmittelyhyppyä, jonka jälkeen tehdään kolme suoritusta, joista paras tulos merkataan ylös. Vertailukelpoisuuden kannalta on tärkeää, että ilmalennon aikana lonkka- ja polvinivelet ovat ojentuneena ja nilkat koukistuneena. (Walker 2016a.) Kuviossa 3 on esitetty kevennyshypyn suoritusvaiheet.



Kuvio 3. Kevennyshypyn vaiheet (HURLabs)

Tavoiteltavaa tulosta käsipallossa voidaan peilata Norjan olympiavalmennuskeskuksessa mitattuihin tuloksiin lukuisilta eri lajien ammattilaisilta. Korkeimmat mitat olivat miehillä 73 cm ja naisilla 58 cm. Tulokset on mitattu ilman käsien avustavaa liikettä, jonka on arvioitu lisäävän hyppikorkeutta noin 10 %. 1577 eri urheilijan (989 miestä ja 588 naista) mittauksen keskiarvot miehillä olivat 51,9 cm ja naisilla vastaavasti 39,6 cm. Käsipallon vaatimuksien näkökulmasta miehillä hyvänä tuloksena voidaan pitää yli 50 cm ja naisilla 40 cm. (Haugen ym. 2020.)

4.3.2 Vertikaalihyppy seinäkosketuksella

Vertikaalihyppy seinäkosketuksella mittaa korkeutta, johon urheilija käsi ylettyy. Testissä korostuu ala- ja yläraajojen sekä keskivartalon koordinoitu yhteistoiminta. Suurin osa käsipallossa tapahtuvista heitoista on hyppyheittoja pään yläpuolelta, joten tämän korkeuden arviointia voidaan pitää oleellisena osana testijärjestelmää (Iyad ym. 2021). Testi voidaan suorittaa tyhjää seinää vasten teipin, liidun tai post it -lappujen avulla, joista pitää testin vakioinnin kannalta käyttää samaa menetelmää. Ennen hyppyä mitataan lakikorkeus, johon pelaaja yltää ilman hyppyä jalkapohjien ollessa alustassa kiinni. Testissä saadaan kaksi tulosta: heitto- ja hyppikorkeus. Heittokorkeus, eli korkein kohta, johon pelaaja kädellään yltää. Hyppikorkeus saadaan vähentämällä lakikorkeus heittokorkeudesta ja vertailemalla

tätä tulosta kevennyshyppyyn voidaan eritellä urheilijan jalkojen ja koko kehon käyttöä. (Dear 2018.)

Vertikaalihinnoittamista ja kurotusta voidaan myös mitata siihen tarkoitetuilla laitteilla (Vertec). Laitteen hyötyjä ovat siirrettävyys ja hinnoittamistila, mutta se ei ole taloudellisesti järkevä ratkaisu verrattuna normaaliin seinäkosketushyppyyn. Tavoiteltavaa tulosta voidaan verrata Michal-sikin ym. (2015) löydöksiin, jossa 41 huipputason mieskäsipalloilijan keskiarvotulokseksi saatiin 71 cm vaihteluvälin ollessa 61–86 cm.

4.3.3 Yhden jalan kolmiloikka

Käsipalloilijalle tärkeitä ominaisuuksia kohdan 2.2 mukaisesti ovat kyky sietää iskuja, tuottaa räjähtävää voimaa toistuvasti sekä jarruttaa ja hallita eteenpäin suuntautuvaa liikettä. Yhden jalan kolmiloikalla voidaan testata näitä ominaisuuksia ja lisäksi sen avulla pystytään tunnistamaan alaraajojen puolieroja ja yksittäisen alaraajan linjauksen hallintaa. Tässä testissä havaittuja mahdollisesti haitallisia alaraajojen linjauksia vertaillaan dynaamisesta tasapainoa mittaavan testin tuloksiin.

Testi suoritetaan kummallakin jalalla 2–3 kertaa, joista mitataan pisin kuljettu matka kolmella hypyllä. Viimeisen hypyn alastulon pitää olla kontrolloitu ja hallittu, joka tarkoittaa, että testattava kykenee säilyttämään tasapainonsa yhden jalan varassa tuloksen mittaamisen ajan. Puolierot saattavat nostaa polvivammojen riskiä, joten niiden arvioiminen on oleellista käsipalloilijan suorituskyvyn kannalta. Hyvästä tuloksesta antaa viitteitä yliopistojalkapalloilijoiden ja koripalloilijoiden tulokset, jotka olivat miehillä 632 ± 72 cm ja naisilla 470 ± 53 cm. (Physiopedia A; Williams ym. 2017.) Alaraajojen puolierojen näkökulmasta hyvänä tuloksena pidetään alle 10 % eroavaisuutta, kun taas yli 20 % eroa voidaan pitää merkittävänä riskitekijänä vammojen synnyssä (Aho, Pasanen ym. 2021, 563 mukaan).

4.4 Heittotestit

Käsipallossa myös yläraajojen maksimaalista fyysistä suorituskykyä tulee tarkastella erilaisin testein. Lajissa korostuu hartiatason yläpuolella tapahtuva voimantuotto (kts. 2.3 & 2.6), esimerkiksi heiton biomekaniikka. Lajin ominaisuuksien takia heittovoimaa tulisikin tarkastella hartiatason ja pään yli tulevilla liikkeillä. Heittotestit myös toimivat olkapäävammojen kuntoutuksen edistymisen mittarina.

Yläraajojen räjähtävää voimaa tulisi mitata avoimessa kineettisessä ketjussa tai ilman jalkojen avustavia liikkeitä, koska hinnoittamisessa voima ei välity alustakontaktin kautta. Kun taas seisoma-asennossa tehtävissä heittotesteissä korostuu koko vartalon koordinoitu

toiminta, eli voiman välittyminen alaraajoista ja keskivartalosta yläraajaan. Tästä syystä testijärjestelmään on valittu kaksi erilaista heittotestiä, joista toinen on lajissa tapahtuva suoritus.

4.4.1 Käsipallon heitonopeus

Yhtenä oleellisena testaamisen osa-alueena on heittäminen ja erityisesti heitonopeuden mittaaminen. Heitonopeuksia voidaan mitata hidastettujen videoiden ja erilaisten nopeustutkien avulla. Sitä tulisi arvioida vakiodusti pelitilannetta mukaillen paikaltaan, vauhdista ja hypystä. Heittämiseen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi etäisyys, heittotapa, heittokulma, pelaajan fysiikka sekä antropometriset mitat (Tuquet ym. 2021). Käsipallossa heittää paikaltaankin, esimerkiksi rangaistusheitot seitsemästä metristä, mutta erityisesti hypyheitot korostuvat, joiden osuus on kaikista heitoista jopa 75 % (kts. 2.3). Eniten heittoja tehdään puolestaan yhdeksästä metristä (Häyrinen 2013, 9). Tästä syystä heitonopeutta on oleellista mitata yhdeksästä metristä paikaltaan jalat käyntiasennossa, vauhdista sekä kolmen askeleen hyppyheitolla. Etäisyys on myös perusteltu pallon kiihtyvyyden kannalta, eli matkan on oltava riittävän pitkä, jotta pallo kykenee saavuttamaan maksiminopeutensa (Wagner ym. 2010).

Seuraavissa tuloksissa on käytetty kahdeksan metrin etäisyyttä, joka on vertailukelpoinen yhdeksän metrin matkan kanssa. Useiden tutkimuksien pohjalta voidaan todeta, että paikaltaan heitettynä eliittipelaajilla mitattu keskimääräinen lukema oli 75 km/h, vauhdista 81 km/h, ja hyppyheitosta 75 km/h. Suurin mitattu lukema oli 100 km/h. (Michalsik ym. 2015; Suarez & Ferragut 2019; Skejø ym. 2020.) Kyseessä on maidensa huippumiespelaajia, mikä puoltaa tulosten viitteellistä käytettävyyttä ja hyödynnettävyyttä heittoja mitatessa. Luotettavuutta tuloksiin tuovat useat eri tutkimukset, ja laaja aikaväli, mikä puoltaa vertailukelpoisuutta. Kaikissa lähteissä ei mainittu mittausvälineitä. Yhdessä koonnissa oli käytetty kehoon asennettua tutkaa, joka mittaa kiihtyvyyttä metreinä sekunnissa. Heitonopeuden mittaamisessa toimeksiantaja käyttää saatavilla olevaa nopeustutkaa, jonka luotettavuuden arviointi ei ollut tässä prosessissa mahdollista.

4.4.2 Kuntopallon heitto

Yläraajojen räjähtävää voimantuottoa tulisi tarkastella samoin perustein kuin alaraajojen. Yleisimmin sitä on mitattu eri asennoista suoritettavilla kuntopalloheitoilla tai levytankoliikkeillä. Kuntopallon heitto rinnan edestä istuma-asennosta (SMBT) tai polviasennosta pään yli (OMBT) mittaa yläraajojen räjähtää voimantuottoa ilman suurempia alaraajojen avustavia liikkeitä. Testeillä saadaan tietoa ominaisuuksista, joita esimerkiksi hyppyheitoissa

tarvitaan. (Beckham ym. 2019; Hermassi ym. 2015.) Pään yli tehtävässä heitossa korostuu heitolle ominainen latausvaihe keskivartalosta aina yläraajaan asti. Polviasennon tarkoituksena on minimoida jalkojen käyttöä, kuitenkin niin, että suoran reisilihaksen ja lonkankoukistajien aktiivisuus pysyy yllä (Valades ym. 2016). Lajispesifimpänä liikkeenä valitsimme testijärjestelmään polviltaan pään yli heitettävän version (OMBT), jossa on tarkoituksena heittää kuntopallo mahdollisimman pitkälle kuviossa 4 esitetyllä tavalla.



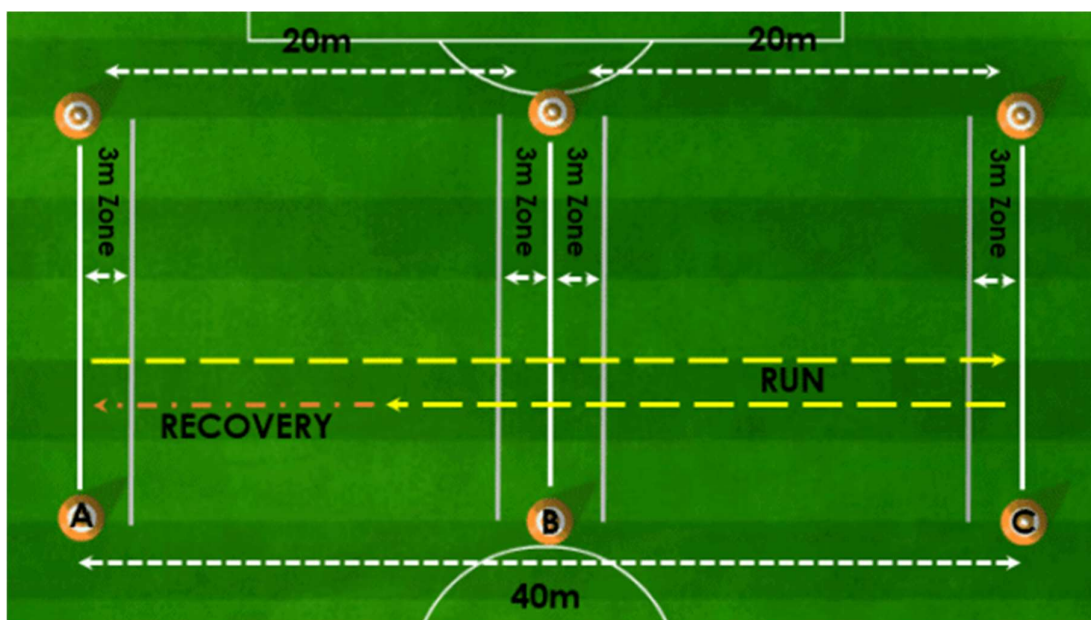
Kuvio 4. Kuntopallon heitto

Kuntopallon heittotestit ovat toistettavuudeltaan hyviä ja ne on todettu luotettaviksi testeiksi yläraajojen räjähtävän voimantuoton mittaamisessa. Yleisimmin miesten heittoja on mitattu 3 kilon ja naisten 2 kilon pallolla. Testien suoritustekniikka on helppo oppia, joten niiden toistettavuutta voidaan pitää hyvänä. (Beckham ym. 2019; Hackett ym. 2017; Borms ym. 2016.) Käsipalloon sopivaa kuntopallon painoa, joka korreloisi normaalissa heitossa vaadittavaan voimantuottoon ei ole tarkemmin määritely. Tiedonhaussa ei löytynyt viitearvoja kyseiselle testille. Tavoiteltavasta tuloksesta antaa viitteitä naislentopalloilijoille tehdyt mittaukset, joissa 1-5 kilon kuntopalloa heitettiin polviasennosta pään yli seuraavin lukemin: 1 kg = $11,16 \pm 1,77$ m, 2 kg = $8,55 \pm 1,25$ m, 3 kg = $6,70 \pm 1,32$ m, 4 kg = $5,52 \pm 0,94$ m ja 5 kg = $4,91 \pm 0,85$ m (Valades ym. 2016). Rinnalta työnnettävässä testissä hyvänä tuloksena voidaan pitää 3,5 metrin tulosta (Beckham ym. 2019). Kun taas Hermassin ym. (2015) tutkimuksessa seisten suoritettavassa pään yli heitossa 3 kilon pallolla parhaaksi tulokseksi mitattiin yli 19 metriä.

4.5 Kestävyystesti

Kenttätesteistä, joissa rasitus on jaksottaista, luotettaviksi on todettu seuraavat: University of Montreal Track -testi (UMTT), 20 m shuttle run -testi, Yo-Yo intermittent recovery -testi ja 30–15 intermittent fitness -testi (Bok ym. 2021). Testijärjestelmään valittiin Martin Buchheitin kehittämä 30–15 intermittent recovery -testi (30–15 IFT), koska sen on todettu korreloivan käsipallossa tapahtuviin liikemalleihin ja rasitukseen, lisäksi testi on todettu luotettavaksi ja toistettavaksi kestävyyskunnan arviointiin (Mohoric ym. 2022; Stankovic ym. 2021; Jelcic ym. 2020). Testi soveltuu seuralle lajispesifisyyden, ryhmien testaamisen ja teknologisen helppouden kannalta. Myös Grgicin ym. (2021) systemaattisessa katsauksessa testi on todettu reliabeliksi ja toistettavaksi.

Testi voidaan suorittaa seuraavilla pituuksilla: 28 metriä, 40 metriä tai jatkuvana lineaarisena testinä. Näistä 40 metrin testi soveltuu parhaiten käsipalloon, kun sitä vertaillaan käsipallokentän mittoihin. Testissä juostaan 30 sekuntia ja levätään 15 sekuntia vuorojaksoin, lepääminen suoritetaan kävelemällä lähimmälle 3 metrin alueelle kuviossa 5 esitetyllä tavalla. Vauhti nousee jokaisen jakson jälkeen 0,5 km/h. Testi suoritetaan uupumukseen asti ja siitä merkitään ylös viimeisin vauhti (VIFT), jossa urheilija pysyi äänimerkkien mukana. Testin lopuksi testattavalta kysytään RPE-arvio koetusta rasituksesta. Testissä tapahtuvat suunnanmuutokset, tauot, kiihdyttäminen ja jarruttaminen jäljittelevät palloilulajeissa tapahtuvia liikemalleja paremmin kuin lineaariset juoksutestit. (Buchheit 2010, 1–5; Jelcic ym. 2020.)



Kuvio 5. 30–15 IFT toteutus (mukailtu Walker 2016b)

Testillä mitataan maksimaalista aerobista nopeutta (MAS), anaerobista kuntoa, kykyä palautua intervallin omaisesta rasituksesta, hermolihasjärjestelmän toimintaa ja suunnanmuutoskykyä. Testin suorittamisessa voi esiintyä haasteita ja virheitä, mikäli se ei ole urheilijoille ennestään tuttu. Lisäksi maksimihapenottokyvyn tulokset eri pelaajien välillä eivät välttämättä ole vertailukelpoisia, sillä testissä pärjäävät paremmin urheilijat, jotka ovat hyviä suunnanmuutoksissa. (Buchheit ym. 2021.) Tulokset kertovat lajispesifistä kestävyyskunnosta tarkemmin kuin muut kenttätestit (vrt. Beep-testi) ja se on vertailukelpoinen kenttätestien ”kultaisen standardin” UMTT-testin VO₂max tuloksien kanssa (Jelicic ym. 2020; Bok ym. 2021).

30-15 IFT tuloksesta VO₂max määritetään seuraavan kaavan avulla: $VIFT - [2,15 \times (\text{miehet 1 tai naiset 2})] - (0,741 \times \text{ikä}) - (0,0357 \times \text{kg}) + (0,0586 \times \text{ikä} \times VIFT) + (1,03 \times VIFT)$. Kaavan antama arvo ei kuitenkaan ole vertailukelpoinen laboratorio- tai hengityskaasuista mitattavaan testiin. (Buchheit 2010, 3.) 22 km/h (VIFT) tulosta voidaan pitää tavoitteena käsipalloilijalle kohdassa 2.2 esitettyjen fyysisten vaatimusten mukaan, sillä saadaan 28-vuotiaan ja 88 kiloa painavan miehen VO₂max arvoksi 54,718. Tarkemman arvon määrittämiseksi tulisi tämän testin sijaan käyttää juoksumattotestiä, jossa seurataan hengityskaasuja tai laktaattiarvoja. Testiä voidaan täydentää sykealueiden seurannalla, mikäli seuralla on siihen tarvittavat resurssit.

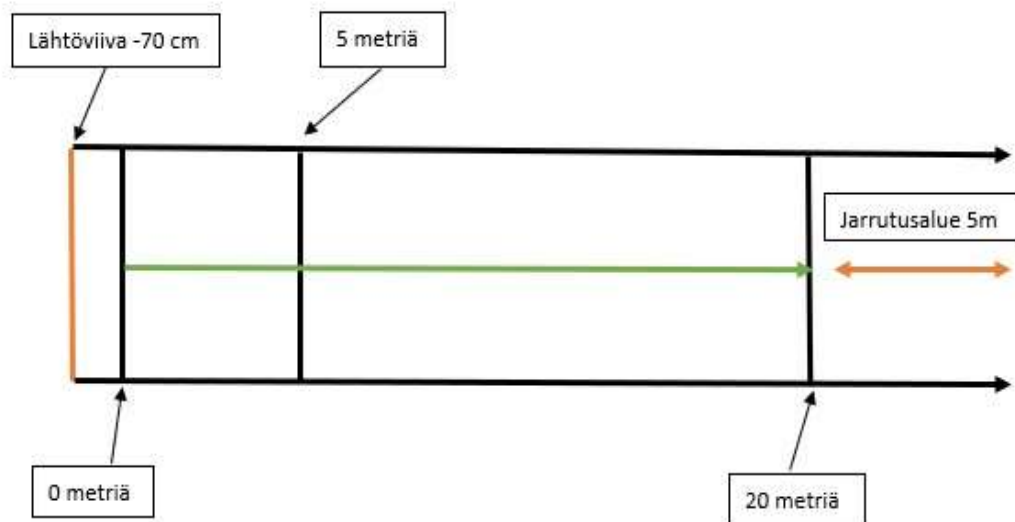
4.6 Nopeustesti ja jarrutuskyky

Käsipallossa pivot-pelaajat tekevät 5–7 metrin kiihdytyksiä, puolustajat 8–15 metrin ja laitapelaajilla korostuivat 15–18 metrin matkat. Kyseisten matkojen nopeuksia tulisi siis tarkastella ja mitata erikseen. Pelinominaisista tekijöistä suunnanmuutoksen ovat merkittävässä roolissa ja pelaajat tekevät yli 30 kovatempoista suunnanmuutosta pelin aikana. Jarrutuskyky on suunnanmuutoksia vaativissa lajeissa tärkeä ominaisuus, koska se mahdollistaa nopeammat suunnanmuutokset. Hyvällä jarrutuskyvyllä voidaan myös välttää taklauksia ja kontaktitilanteita. Parempi jarrutuskyky esiintyy lyhyempänä jarrutusmatkana ja se kertoo ominaisuuksista vastustaa eteenpäin suuntautuvaa liikettä, eli eksentrisestä lihastyöstä. (Hewitt ym. 2011; Karcher & Buchheit 2014; Lahti, Hulmi 2017 mukaan.)

Lajille tyypillisten sprinttimatkojen pohjalta testiksi valittiin 20 metrin sprintti, jossa otetaan ajat 5 metriltä ja 20 metriltä. Lisäksi 20 metrin merkin jälkeen pyritään pysähtymään mahdollisimman nopeasti. Pysähtymisestä arvioidaan jarrutuskykyä metreinä. Jarrutusominaisuuksista löytyy kiihdytykseen verrattuna vähän kirjallisuutta, joten tutkimusnäytölle vaikuttaisi olevan tarvetta, jotta näitä ominaisuuksia voidaan vertailla luotettavammin. Tuotokseen valitussa testissä nopeutta mitataan elektronisilla tunnistimilla, jotka asetetaan 0-, 5- ja 20

metrin kohdalle. 20 metrin merkin jälkeen käytetään mittanauhaa jarrutuskyvyn selvittämiseksi.

Etäisyyksien asettamiseen tulee vakioinnin näkökulmasta kiinnittää erityishuomioita (kts. 2.3). Suoritus aloitetaan 70 cm päästä ensimmäisestä mittausta paikasta, jotta testattava pysyy asettumaan hyvään lähtöasentoon aktivoimatta ensimmäistä mittaustilaa. Ennen virallista mittausta urheilija saa tehdä yhden lämmittelyjuoksun, jonka jälkeen tehdään 3 suoritusta, joista paras tulos jää voimaan. Testin suorittaminen on esitetty kuviossa 6.



Kuvio 6. Nopeustestin suorittaminen

Tuloksien luotettavuuden kannalta testattavan tulee käyttää samaa lähtöasentoa jokaisella testikerralla. Sprinttien välillä pidetään vähintään 2 minuutin tauko, jotta elimistö on täysin palautunut seuraavaa maksimaalista suoritusta varten. Testi on todettu validiksi ja luotettavaksi, kun se suoritetaan elektronisilla ajanottolaitteilla. (Walker 2016c.) Myös Altmannin ym. (2019) jalkapalloilijoihin liittyvän tutkimuksen mukaan lineaaristen nopeustestien luotettavuus on korkea ja niissä on hyvä toistettavuus, kun ajanottomatkat ovat 0–40 metrin pituisia. Tuloksien mittaaminen tulee kuitenkin suorittaa automatisoiduilla elektronisilla laitteilla, jotta edellä mainittu luotettavuus toteutuu.

Ketteryyttä ja nopeutta on tyypillisimmin mitattu T-, Z- tai Y-kirjaimen muotoisilla radoilla tai 5–0–5 testillä, esimerkiksi seuraavissa tutkimuksissa: Pereira ym. 2018, Hermassi ym. 2019b ja Hermassi ym. 2020. Karcherin & Buchheitin (2014) mukaan käsipallossa tapahtuvien suunnanmuutoksien osilta tarvitaan lisää tutkimusta, koska niiden luotettava

tilastoiminen on vaikeaa. Testien vakiointi ja lajispesifisyys on joukkuelajeissa haastavaa, koska pysähtymiset ja suunnanmuutokset ovat riippuvaisia muiden pelaajien sekä pallon liikkeistä. Tästä syystä ketteryysominaisuuksien testaaminen on haasteellista suorittaa lajinomaisesti ja saatavaa dataa on vaikea hyödyntää. Myös Morrisonin (2022) mukaan suunnanmuutoskykyä mittaavat testit eivät ole kovin hyödyllisiä, koska ne eivät mukaile palloilulajeissa tapahtuvia reaktiota ja vaihtelevia etäisyyksiä. Ajankäytön, liiallisen testaamisen ja hyödynnettävyyden näkökulmasta ketteryys- ja suunnanmuutostestiä ei valittu testijärjestelmään.

4.7 Liikkeen hallinnan testit

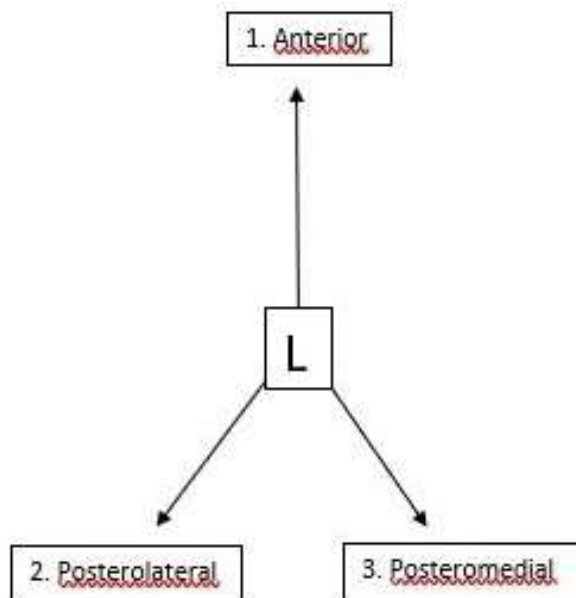
Lajin vaatimuksien ja loukkaantumistilastojen (kts. 2.1) perusteella käsipalloilijan fyysisten ominaisuuksien mittaamiseen tulisi kuulua ala- ja yläraajojen liikkuvuus- tai liikkeen hallinnan testejä. Toistuvien hyppyjen ja alastulojen takia urheilijan yhden jalan hallinta ja toiminnallisen liikkuvuuden arviointi on perusteltua. Myös olkapäävammojen ennaltaehkäisyyn liittyy säännöllinen liikkeen ja hallinnan arviointi. Vammojen näkökulmasta liikkeen kontrolli korostuu silloin, kun keho on väsynyt ja ylikuormittunut. (Pasanen ym. 2021, 95.) Näitä ominaisuuksia mitataan erilaisilla kurotustesteillä tai dynaamisilla kehonpainoliikkeillä. Testeinä on käytetty seuraavia: SEBT, HSEBT, Y-balance -testi, Upper Quarter Y-balance -testi, FMS-testit tai Balance Error Scoring System.

Käsipalloilijoiden polvivammoista ACL osuus on jopa 40 %, joten vammalle altistavaa polven valgus suuntaista liikettä ja sääriluun rotatoitumista on hyvä arvioida erikseen (Martin-Guzon ym. 2022). ACL-vammoista lähes 70 % tapahtuu ilman kontaktia, jonka takia säännöllistä alaraajan hallinnan arviointia pidetään urheilijan suorituskyvyn kehittämisen ja vammojen ehkäisyn oleellisena osana (Pasanen ym. 2021, 94–95). Täytyy kuitenkin huomioida, että liikkeen analyysia ei voida yksinään pitää luotettavana vammariskin arviointimenetelmänä, mutta sen avulla voidaan tarkastella puolieroja ja merkittäviä kinemaattisten liikemallien muutoksia, jotka saattavat nostaa vammariskiä (Bahr 2016; Pasanen ym. 2021, 95). Alaraajojen linjauksien ja hallinnan tarkastelussa on myös tärkeää tiedostaa rakenteelliset asennot. Yläraajojen hallinnan tarkastelu on perusteltua heiton toispuolisuuden ja biomekaniikkaan (kts. 2.6) liittyvien tekijöiden takia.

4.7.1 Alaraajat

Alaraajojen testiksi valittiin alaraajojen Y-Balance-testi (LQYBT), jonka tarkoituksena on mitata dynaamista hallintaa. Se on yksinkertaistettu versio Star Excursion Balance -testistä. Kurotussuunnat mitataan seuraavassa järjestyksessä: anterior (1), posterolateral (2) ja

posteromedial (3) alla esitetyllä tavalla (kuvio 7). Tukijalka asetetaan kohtaa L, joka tarkoittaa vasenta jalkaa. Testi suoritetaan ilman jalkineita. Ennen tuloksien mittaamista testattava suorittaa lämmittelykurotuksia kaikkiin suuntiin noin 5 kertaa molemmilla jaloilla. Testi suoritetaan järjestyksessä suuntiin anterior, posterolateral ja posteromedial 3 kertaa kummallakin jalalla. Kurottava jalka ei saa hakea tukipintaa alustasta liukumalla tai pysähtymällä, myös tasapainon tulee säilyä koko testin ajan. Testin tulos saadaan laskemalla kunkin suunnan keskiarvotulos. Tulos voidaan myös ilmoittaa kaikkien suuntien summana, mutta fysioterapian näkökulmasta yksittäisten suuntien tulokset merkitsevät enemmän. Testauspaikka voidaan järjestää teippien tai mittanauhojen avulla. Vakioinnin kannalta suorituspaikan ja mittaustavan tulee aina olla identtinen. (Physiopedia b; Ahtiainen, Keskinen ym. 2018, 235–236 mukaan.)

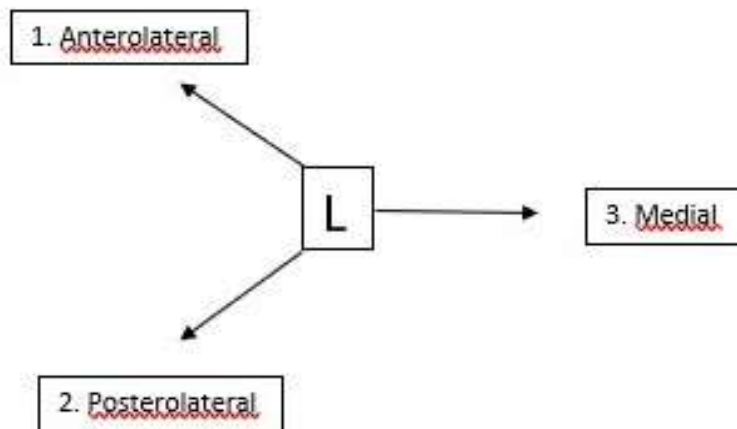


Kuvio 7. Lower Quarter Y-Balance (mukailtu Physiopedia b)

Pliskyn ym. (2021) mukaan testi on todettu suhteellisen luotettavaksi, mutta sen käytössä täytyy huomioida testattavan toimintaympäristöt ja sukupuoli. Vuonna 2021 tehdyn systemaattisen katsauksen keskiarvotuloksia voidaan pitää viitearvoina mies- ja naisurheilijoilla. Miehillä tulokset olivat seuraavanlaiset: anterior = 71.9 cm, posterolateral = 107 cm ja posteromedial = 109.6 cm. Naisilla vastaavat tulokset olivat: anterior = 70.8 cm, posterolateral = 102 cm ja posteromedial = 102.3 cm.

4.7.2 Yläraajat

Yläraajojen testiksi valittiin yläraajojen Y-Balance-testi (UQYBT). Testi suoritetaan samalla tavalla kuin alaraajojen testi, mutta siinä ollaan punnerrusasennossa, jalat noin 30 cm etäisyydellä toisistaan ja tukikäsi (vasen) asetetaan kuvion 8 ohjeen mukaan kohtaan L. Kurotukset mitataan vastakkaisella kädellä järjestyksessä suunnista 1–3. Tuloksen lisäksi suorituksen aikana arvioidaan lavan ja rangan asentoa. Testi uusitaan, mikäli tasapaino järkkyy tai, jos jalat irtoavat alustasta. (Physiopedia c.)



Kuvio 8. Upper Quarter Y-Balance (mukailtu Physiopedia b)

Yläraajojen ja alaraajojen yhteistoimintaa on myös mitattu HSEBT-testillä (Hand-Reach Star Excursion Test). Tässä testissä ei kuitenkaan voida arvioida yläraajojen toimintaa kuorman alla, joten se ei anna samankaltaista lisäarvoa kuin yläraajojen Y-Balance-testi. Käsillä tehtävän kurotustestin luotettavuus ja toistettavuus on määritelty kohtuullisesta erinomaiseksi (Eriksrud ym. 2017; 2018). Tutkimusnäytön osilta lapaluun ja yläraajan liikehäiriöiden vaikutukset olkapäävammojen syntyyn ovat ristiriitaisia, mutta niiden arviointia heitotolajeissa pidetään hyödyllisenä vammojen suuren esiintyvyyden takia (Pasanen ym. 2021, 95).

5 Opinnäytetyön toteutus

5.1 Toiminnallinen opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö voidaan toteuttaa toiminnallisena opinnäytetyönä. Toiminnalliseen opinnäytetyöhön sisältyy tuotoksen kehittäminen ja virallinen raportti. Tuotos voi olla esimerkiksi opas, ohje, tiedostopohja tai suunniteltu tilaisuus. Työelämän näkökulmasta toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on ohjata, opastaa ja järjestää toimintaa. Viralliseen raporttiin kuuluu kehittämisprosessin kuvaaminen, arviointi ja dokumentointi lähteisiin perustuen. Toiminnallisen opinnäytetyön kirjoittamisen tukena käytetään muistiinpanoja, työpäiväkirjaa, toimeksiantajan palautetta ja ohjaajan kommentteja. Palautetta pyydetään prosessin eri vaiheissa ja työ etenee tiiviissä yhteistyössä toimeksiantajan kanssa. (Airaksinen 2009.)

Toiminnallisen opinnäytetyön tutkimuksellinen ote tulee näkyviin raportissa. Tutkimuksellisuutta tuovat seuraavat asiat: tietoperustaan sidottu ja analysoiva teksti, luotettavat ja tuoreet lähteet, argumentointi, koulutusalaakohtaiset näkökulmat ja valintoja perusteleva raportointi. Tuotoksen kehittämisen tukena voidaan myös käyttää aihetta kartoittavaa kirjallisuuskatsausta. Lisäksi toiminnallisessa opinnäytetyössä arvioidaan omia toimintatapoja sekä kykyä soveltaa asiantuntijuutta. (Airaksinen 2009.)

Tässä opinnäytetyössä, eli kehittämishankkeessa noudatettiin lineaarista mallia. Lineaarisen mallin vaiheet etenevät seuraavasti: määritelty tavoite, suunnitelma, toteutus ja päätös. Lineaarinen malli on usein suoraviivainen ja vaiheet etenevät järjestyksessä. Mallin toteutuminen ei optimaalisesti tue kehittämishankkeelle ominaista vuorovaikutusta työn tilaajan kanssa, jonka takia tuotos ei välttämättä palvele toimeksiantajaa niin hyvin kuin mahdollista. Lineaarinen malli palvelee tilanteita, joissa alustava aikataulu on lyhyehkö. (Salonen 2013, 12–16.)

5.2 Kehittämisprosessi ja tuotos

Aloitusvaihe

Opinnäytetyön idea sai alkunsa maaliskuussa 2022 käydyssä keskustelussa toimeksiantajan kanssa. Aihetta rajattiin ja pohdittiin huhti-toukokuun välisenä aikana. Toimeksiantajan ensimmäisenä ajatuksena oli tilata käsipalloilijoiden testausopas. Oppaalle oli tarve, sillä seuralla ei aikaisemmin ole ollut käytössään vakioitua mallia, millä kartoitetaan urheilijoiden ominaisuuksia. Kattavan testausoppaan työmäärä koettiin kuitenkin liian suureksi 15 opintopisteen laajuiseen opinnäytetyöhön. Työn tilaajan mukaan opas olisi myös jäänyt

nopeasti hyödyttömäksi. Tästä syystä aihetta rajattiin niin, että työn tarkoituksena oli kehittää helppokäyttöinen taulukko tai pohja, jossa on omat sarakkeet testeille, testituloksille, viitearvoille ja kommenteille. Toimeksiantajan kanssa sovittiin, että työhön ei tule tarkkoja kirjallisia suoritusohjeita, koska testit ovat yleisesti valmentajille tuttuja. Työn yksityiskohdat sovittiin sellaisiksi, että valmis tuotos voidaan ottaa suoraan käyttöön (Salonen, 2013, 17).

Suunnitteluvaihe

Yhteistyösopimus allekirjoitettiin toukokuussa 2022 ja työn tekijöiden kesken sovittiin vastuualueista. Aiheen tarkentumisen jälkeen siirryttiin kehittämishankkeen suunnitteluvaiheeseen, joka alkoi huhtikuussa ja loppui toukokuussa 2022. Prosessin aikatauluksi sovittiin, että suunnittelu tapahtuu toukokuussa, toteutus elo-lokakuussa ja viimeistely sekä julkaisu lokakuun aikana. Suunnitteluvaiheessa varmistui Salosen (2013) lineaarisen mallin käyttäminen. Suunnitteluvaiheeseen sisältyi teoriaosuuksien kirjoittaminen tiedonhakuja pohjalta. Suunnitelma ja opinnäytetyön alustus lähetettiin toimeksiantajalle arvioitavaksi. Toimeksiantaja kommentoi alustavaa suunnitelmaa kesäkuussa ja toiveeksi nousi teoriapohjan täydentäminen. Työn teoriapohjaan haluttiin lisää tietoa alaraajojen lihasvoimien mittaamisesta, koska aihe on yksi mitatuimmista ja tärkeimmistä osa-alueista käsipalloilijoilla. Teoriaperustasta tehtiin laaja, jotta seuran vastuufysioterapeutti voi käyttää sitä materiaalina testaustoimintaan liittyvän koulutuksen suunnittelussa.

Toteutusvaihe

Suunnitteluvaiheen jälkeen siirryttiin opinnäytetyön toteutusvaiheeseen, joka alkoi elokuun 2022 lopussa. Teoriapohjaa täydennettiin toimeksiantajan palautteen perusteella. Lineaarille mallin mukaan olimme tiiviissä vuorovaikutuksessa toimeksiantajan kanssa (Salonen 2013, 17). Opinnäytetyön tilaajan kanssa sovittiin ennakoon videokeskusteluaikoja, joita ennen työ lähetettiin tilaajalle kommentoitavaksi. Toimeksiantajan kanssa pyrittiin säännölliseen vuorovaikutukseen, jotta tuotoksen kehittämisessä oli mukana lajituntemusta. Tuotoksesta ja kehittämishankkeen etenemisestä pidettiin ensimmäinen rakenteellisempi palaveri elokuun lopulla, jolloin kehittämisprosessille asetettiin kriteeriksi helposti muokattava selainpohjainen tiedosto. Palaverissa myös selvitettiin seuran testaamiseen käytettävissä olevia resursseja. Toimeksiantajan toiveena oli, että testit suoritetaan kolmena eri päivänä ja 1,5 tunnin aikaikkunassa. Seuralla on mahdollisuus käyttää kahdesti vuodessa laitteita, joilla voidaan mitata hyppy- ja nopeustestit.

Syyskuussa 2022 aloitimme testijärjestelmän kokoamisen katsausta, teoriaperustaa, seuran resursseja ja täydentäviä tiedonhakuja hyväksi käyttäen. Kehittämisprosessin tukena päädyttiin käyttämään kartoitettavaa kirjallisuuskatsausta, jotta käsiteltävästä aiheesta saatiin

tarkempaa ymmärrystä ja työhön saatiin tutkimuksellista otetta. Katsauksen perusteella luotiin testausjärjestelmän runko, johon kuuluivat seuraavat testit: maksimivoima, kevennyshyppy, käsipallon heittonopeus, kestävyys, lineaarinen sprintti ja suunnanmuutos. Runkoa täydennettiin tiedonhauilla, joissa tarkasteltiin lajissa vaadittavia ominaisuuksia yksi kerrallaan. Täydentävien hakujen tarkoituksena oli selvittää ominaisuuskohtaisesti luotettavia ja lajispesifejä testejä.

Testien lajispesifisyyttä ja luotettavuutta arvioitiin jokaisen testin kohdalla. Yhdessä toimeksiantajan kanssa sovittiin, että tuotokseen tulevat testit listataan suoritusjärjestyksessä vasemmalta oikealle ja, että jokaiselle testille on omat täytettävät sarakkeet. Sarakkeiksi suunniteltiin alustavasti seuraavat: nimi, tulos, päivämäärä ja kommentit. Kommenttikenttään voidaan merkata testin aikana esiintyviä poikkeamia, joita ovat kiputuntemukset, keskeyttäminen tai normaalista poikkeava valmistautuminen. Näitä pidetään luotettavan testaustoitinnan tunnuspiirteinä (kts. 3.2). Toimeksiantajan toiveena oli tarkentaa testien suoritusjärjestykseen liittyviä tekijöitä.

Testien valinnan jälkeen tuotokseen lisättiin sarakkeita alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen, koska tiettyjen testien tuloksista voidaan kaavojen avulla laskea muitakin arvoja. Kaavoja käytettiin kevennyshyppy- ja kestävyystestissä. Lisäksi kestävyystestin hyödynnettävyyttä parannettiin syke seurannalla, koska seuralla oli siihen vaadittavat resurssit. Kuormituksen seurannan näkökulmasta kestävyys- ja voimatesteihin lisättiin sarake RPE-lukema varten. RPE-lukema myös lisää maksimaalisten testien turvallisuutta kohdan 3.3 mukaisesti.

Tarkistusvaihe

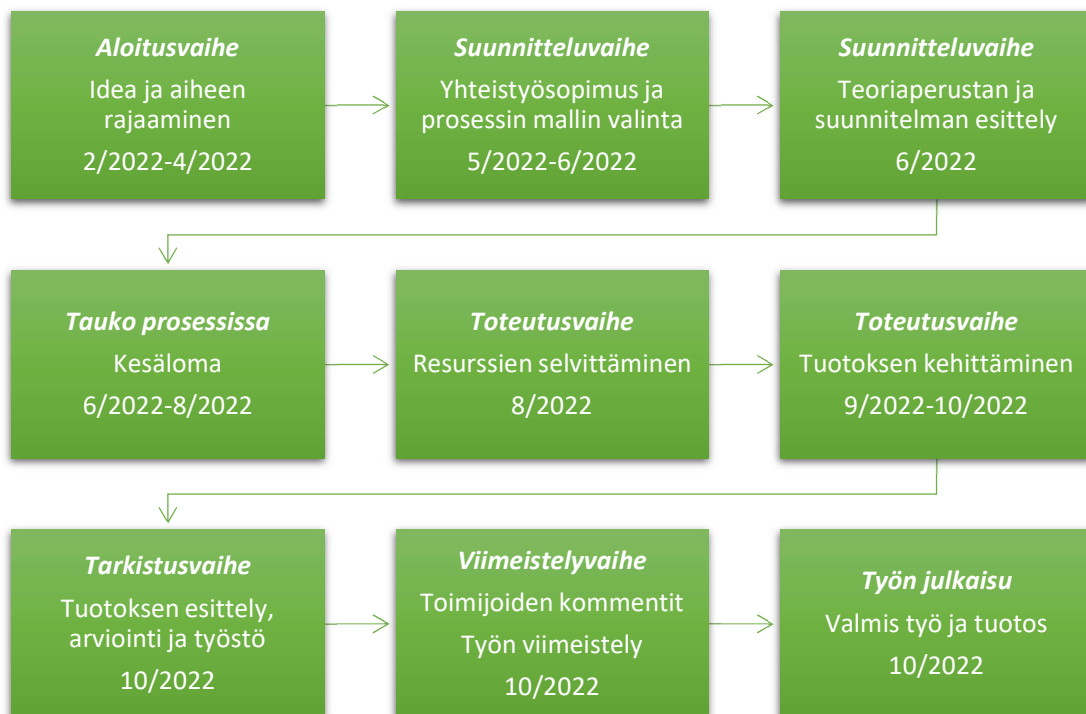
Syyskuun ja lokakuun vaihteessa siirryttiin kehittämisprosessin tarkistusvaiheeseen, johon kuuluu, että työstä pyydetään palautetta toimijoilta. Palautteen pohjalta työtä voidaan vielä muokata ja viimeistellä. Ennen tarkistusvaiheeseen siirtymistä testien optimaalista suoritusjärjestystä täydennettiin ja perusteltiin toimeksiantajan toiveiden mukaisesti. (Salonen 2013, 18.)

Tiedonhakua, tuotosta ja valittuja testejä esiteltiin toimeksiantajalle palaverissa syyskuun viimeisellä viikolla. Ketteryyttä mittaavasta testistä luovuttiin yhteisymmärryksessä toimeksiantajan kanssa, koska kyseistä ominaisuutta on vaikea mitata lajispesifillä tavalla, ja siitä saatavaa dataa on vaikea hyödyntää. Lisäksi koettiin, että testi vie aikaa ja mahdollisesti kuormittaa urheilijoita. Suunnanmuutoskykyä pystytään visuaalisesti arvioimaan kestävyystestin aikana. Toimeksiantaja piti tuotoksen yksityiskohdista ja testeille suunnitelluista sarakkeista. Valitut testit koettiin relevanteiksi lajin kannalta.

Palaverissa sovittiin, että opinnäytetyö ja tuotos lähetetään toimeksiantajalle arvioitavaksi 5.10.2022 ja, että siitä annetaan tekijöille palautetta 11.10.2022 mennessä. Työstä ja tuotoksesta saatiin palautetta sovitun aikataulun mukaisesti. Teoriapohjaan haluttiin täydennyistä aivotärähdyksiin liittyen. Toimeksiantaja nosti esille työssä mainittujen viitearvojen hyödyntämisen ja piti tätä tärkeänä yksityiskohtana pelaajien motivoinnin suhteen. Täydennykset tehtiin samalla viikolla palautteen saamisen jälkeen.

Viimeistelyvaihe

Täydennyksien ja tarkistuksien jälkeen siirryttiin kehittämisprosessin viimeistelyvaiheeseen, johon kuuluu eri toimijoiden palautteiden läpikäynti (Salonen 2013, 18). Toimeksiantajan lisäksi tuotosta arvioi neljä lajivalmentajaa, jotka pitivät tiedostomuodosta ja helppokäyttöisyydestä. Kommenttien perusteella testijärjestelmään on sisällytetty kaikki relevantit testit käsipallon kannalta. Toimeksiantajan mukaan tuotos herätti laajasti kiinnostusta muissa käsipalloseuroissa ja käsipalloliitossa. Tuotoksen ulkoasu ja kaavojen toimivuus tarkastettiin sijoittamalla testiarvoja sarakkeisiin.



Kuvio 9. Lineaarisen mallin aikajana (mukailtu Salonen 2013, 15)

Tuotos

Toiminnallisen opinnäytetyön tuotoksena koottiin seuralle yhtenäinen testijärjestelmä (Liite 1). Testit tulisi suorittaa vähintään kaksi kertaa vuodessa, mielellään kolme, jotta saadaan riittävästi vertailukelpoista dataa. Sen avulla määritetään käsipalloilijan yksilöllinen lähtötaso. Lähtötasoa käytetään harjoittelun suunnittelun pohjana. Tuloksia vertaillaan lähtötasoon, jonka perusteella arvioidaan harjoittelun vaikuttavuutta ja kuormittavuutta, mikä johtaa harjoittelun ja kuormituksen yksilölliseen optimointiin. Tuotos mahdollistaa dataan ja faktoihin perustuvaa nousujohteista harjoittelua, mikä omalta osaltaan ehkäisee vammojen syntyä ja lisää terveitä harjoittelupäiviä. Tätä ajatusta puoltaa myös Gabbett (2016), jonka mukaan urheilijan vammautuminen johtuu useammin ei optimaalisesta harjoittelujaksosta kuin yksittäisen harjoituksen kuormittavuudesta.

Tuotokseksi muodostui Excel-tiedosto, jossa on välilehtien avulla eroteltu eri ominaisuuksien mittaaminen. Testien kirjallisille suoritusohjeille ei ollut tarvetta, koska toimeksiantaja pitää opinnäytetyön sisällöstä koulutuksen seuralle. Testit valittiin niin, että ne palvelevat seuraa ja lajia mahdollisimman monipuolisesti. Lisäksi niiden on tarkoitus täydentää toisiaan, esimerkiksi alaraajan hallintaa ja voimaa mittaavat testit. Excel valittiin alustaksi, koska sen avulla on helppo käsitellä lukuja. Excelin valintaa ohjasi myös sen yhteensopivuus seuran käytössä olevan XPS-ohjelman kanssa, mikä lisää tuotoksen käytettävyyttä. Lisäksi Exceliin oli mahdollista lisätä kestävyys- ja hyppytestin kaavat, mikä ei muilla alustoilla olisi ollut mahdollista. Kaavojen avulla testituloksista saadaan automaattisesti arvioita muista ominaisuuksista, esimerkiksi VO₂max ja kevennyshypyn huipputeho.

Kuormituksen arvioinnin näkökulmasta kestävyystestiin ja maksimivoimatesteihin on lisätty sarake RPE-lukemaa varten. Kestävyystestiin lisättiin kentät maksimi- ja keskiarvosykkeille, koska seuralla oli siihen tarvittava laitteisto. Syketiedot parantavat testin luotettavuutta ja hyödynnettävyyttä. Toimeksiantajan toiveesta jokaiselle välilehdelle on lisätty kommenttikenttä, johon valmentajat voivat kirjata testaustilanteeseen liittyviä poikkeamia. Liikkeen hallinnan testeissä merkittäviä tuloksia on useita. Y-Balance-testeissä V1 tarkoittaa vasemman käden kurotusetäisyyttä suuntaan anterior. Kirjain tarkoittaa testiä suorittavaa raajaa (V = vasen, O = oikea) ja numero suuntaa, johon kurotetaan (1 = anterior).

Testit on suunniteltu tehtäväksi kolmessa osassa vasemmalta oikealle. On todettu, että 5–10 maksimaalisen suorituksen jälkeen urheilijan hermosto väsy merkittävästi (Keskinen ym. 2018, 174). Tästä syystä fyysisten ominaisuuksien mittaaminen suoritetaan yhden viikon aikana kolmena eri päivänä, esimerkiksi maanantaina, tiistaina ja torstaina. Testipäivä 1 koostuu hyppytesteistä ja nopeustestistä, maksimaalisia suorituksia noin 12. Hyppy- ja nopeusominaisuudet vaativat levännyttä hermolihasjärjestelmää, joten ne suoritetaan

ensimmäisenä. Testipäivänä 2 suoritetaan voima- ja heittotestit, maksimaalisia suorituksia noin 15. Voimatestien suorittaminen ennen heittoja saattaa valmistaa kehoa tulevaan toimintaan, koska se lisää motoriselta aivokuorelta tulevaa viestitystä (Rytkönen 2014, 43). Testipäivänä 3 suoritetaan liikkeen hallinnan testit ja kestävyystesti, yksi pitkäkestoinen maksimaalinen testi. Kestävyysominaisuuksien mittaaminen on sijoitettu viimeiselle testipäivälle, koska suuri kestävyysalueen kuormitus heikentää hermoston kykyä käskyttää ja rekrytoida lihaksia (Rytkönen 2014, 44).

5.3 Tuotoksen ja testituloksien hyödyntäminen

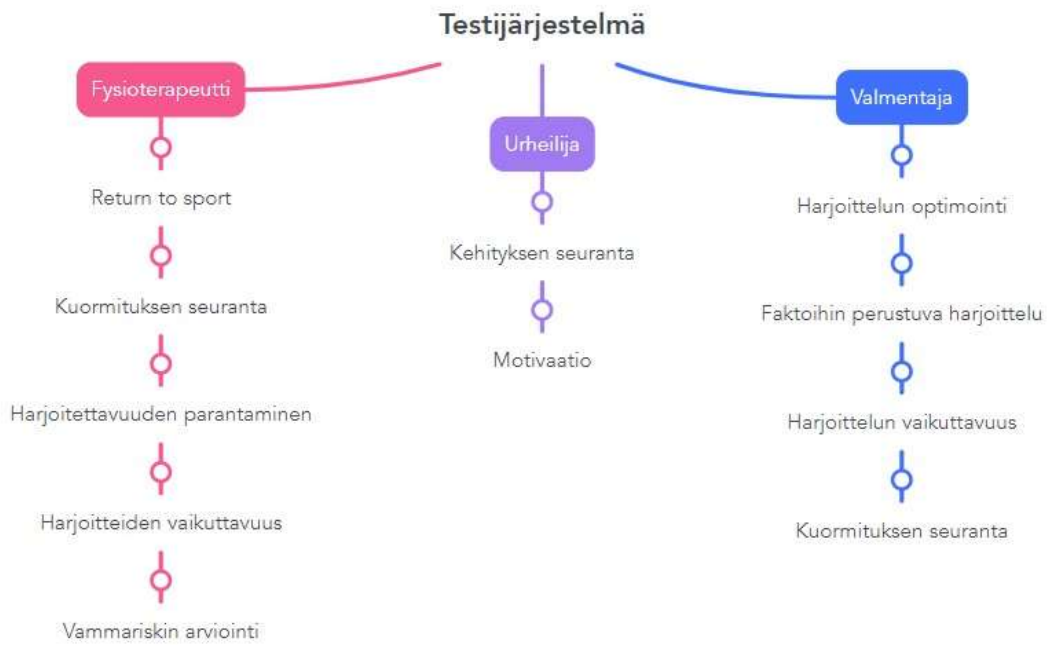
Tuotoksen hyödyt saavutetaan moniammatillisesti lajivalmentajan, fysiikkavalmentajan, urheilijan ja fysioterapeutin yhteistyöllä. Kohdan 3.1 perusteella testijärjestelmän avulla voidaan seurata harjoitteiden vaikuttavuutta, joka on fysioterapiassa ja fysiikkavalmennuksessa tärkeää. Testijärjestelmä toimii fysioterapeutin työkaluna return to sport -tilanteissa, kuormituksen seurannassa ja hallinnassa sekä vammariskin arvioinnissa. Vammariskin arviointiin ja kuntoutuksen edistymisen seurantaan hyödynnettäviä testejä ovat liikkeen hallinnan testit, heittotestit, bulgarialainen kyykky ja yhden jalan kolmiloikka. Pitkällä aikavälillä tallennetun datan merkitys korostuu, kun urheilija palaa lajiin vamman tai sairastumisen jälkeen. Testijärjestelmän avulla valmentajilla ja fysioterapeuteilla on tiedossa taso, johon urheilijan on pyrittävä ennen lajiin paluuta. Hyötyjen saavuttamiseksi tuotosta tulee käyttää kohdan 3.1 periaatteiden mukaisesti. Nuorten urheilijoiden tuloksien tulkinnessa tulee huomioida biologisen iän vaikutukset. Biologisella iällä tarkoitetaan fyysistä kehitysastetta. Kehitysasteen muutokset voivat aiheuttaa tuloksissa suurta vaihtelua, joten tulokset eivät välttämättä ole täysin luotettavia ja vertailukelpoisia (Vänttinen).

Tuotoksen avulla voidaan arvioida sekä ulkoisia että sisäisiä kuormitustekijöitä, jotka perustuvat testien kautta tutkittuun näyttöön. Sisäisten tekijöiden tueksi siihen sisällytettiin syke ja RPE-arviointi kohdat. Fyysisiä ominaisuuksia mittaavien testien kuormitusta voidaan seurata esimerkiksi räsitusuntemuksen (RPE 0-10) ja yhdessä harjoituksessa koetun räsitusuntemuksen ($\text{Session Load} \times \text{RPE} = \text{sRPE}$) avulla. Yksittäisen harjoituksen tai testin koettu kuormitus voidaan laskea kertomalla RPE-arvo harjoitukseen käytetyllä ajalla tai tehdyillä toistoilla. (Gabbet 2016; Thorpe ym. 2017, Pasanen ym. 2021, 119 mukaan.) Toistuvissa testeissä käytettävää sRPE- ja RPE-arvoa voidaan hyödyntää kuormituksen määrittelyssä ja arvioinnissa. Jos saman urheilijan koettu räsitusuntemus kasvaa, vaikka testin intensiteetti on sama, voidaan epäillä urheilijan ylikuormitusta. Mikäli RPE-arvo on seuraavassa testissä aikaisemmin koettua matalammalla, voidaan todeta, että harjoittelusta on

saatu hyötyjä. Tarkimmin harjoittelun vaikutuksia kuitenkin kuvaavat tulokset itsessään. (Haikarainen, Hulmi 2013 mukaan; Gabbett 2016.)

Ulkoisen kuormituksen seurantaan ja hermolihasjärjestelmän suorituskyvyn arviointiin voidaan käyttää seuraavia testejä ja tuloksia: 30–15 IFT, kevennyshyppy, seinäkosketushyppy ja nopeustesti, joista käyttökelpoisimpana voidaan pitää hyppytestejä. Gathercolen ym. (2015) tutkimuksen mukaan kevennyshyppytesti (CMJ) todettiin luotettavaksi testiksi arvioida alaraajojen akuuttia uupumistilaa. Tutkimuksessa 21 osallistujalle suoritettiin kevennyshyppytesti välittömästi harjoituksen jälkeen sekä 24 ja 72 tuntia harjoituksen jälkeen. Kaikkien osallistujien tulokset olivat heikoimmillaan välittömästi suorituksen jälkeen ja lähes täysin palautuneet 24 tunnin kuluttua. Myös Claudinon ym. (2017) meta-analyysin mukaan kevennyshyppyllä voidaan arvioida hermolihasjärjestelmän kuormittuneisuutta. Tutkimuksessa todettiin, että lukemia tulisi verrata urheilijan keskiarvotulokseen eikä parhaimpaan mahdolliseen tulokseen. Tuloksien perusteella kevennyshyppyä voidaan siis pitää luotettavana työkaluna urheilijan akuutin fatiikin arvioinnissa. On kuitenkin hyvä muistaa, että kuormitusta voidaan arvioida subjektiivisesti ja objektiivisesti. Molemmat keinot ovat tärkeitä, eikä niitä voida käyttää sellaisenaan.

Seura käyttää aivotärähdyksien arvioinnissa yhteistyölääkärin protokollaa. Testijärjestelmään sisältyvillä liikehallinnan testeillä voidaan täydentää kyseistä protokollaa ja ne auttavat tilanteen arvioinnissa. Lisäksi työssä esitetyt viitearvot ja testijärjestelmän tulokset motivoivat urheilijoita ja auttavat hahmottamaan suorituskyvyn tasoa, jota lajissa menestyminen vaatii. Kuviossa 10 on esitetty tuotoksen merkitystä ja hyödynnettävyyttä seuralle.



Kuvio 10. Testijärjestelmän ja tuloksien hyödyntäminen

6 Yhteenveto ja pohdinta

6.1 Pohdinta

Tuotos toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä. Tarkoituksena oli lajiprofiilin ja aikaisemman tutkitun tiedon pohjalta koota yhteen käsipalloseura HIFK:lle validi ja progressiivinen testausjärjestelmä, jolla saadaan mahdollisimman monipuolista analyysiä pelaajien fyysikasta, ja saadaan luotua sekä edellytys- että seurantajärjestelmä yksilöiden optimaalisemmalle kehitymiselle. Työ aloitettiin perehtymällä käsipalloon lajina ja tutkimustulosten kautta lähestytty sen edellyttämiä fyysisiä ominaisuuksia ja niiden tyypillisimpiä ilmentymiä. Lähteiden kielenä oli pääosin englanti, koska aihealueesta löytyi vähän tietoa suomeksi. Opinnäytetyö sisältää laajan teoriaperustan, aihealuetta kartoittavan katsauksen, luotettavan ja perustellun testien valinnan sekä tuotoksen kehittämisen vaiheet. Alkuun vaikutti siltä, että materiaalia on huonosti saatavilla, koska käsipallo on selvästi pienempi harrastajaluvultaan kuin jalkapallo tai koripallo (Millet ym. 2021). Lopulta onnistuimme kuitenkin löytämään tarvittavaa luotettavaa tietoa kaikesta, mitä prosessissa tarvittiin.

Työn kulmakivenä olivat testit, luotettavuus ja testaustoiminta. Kokosimme yhteen luotettavan ja toimivan testijärjestelmän, jonka päämääränä on tukea valmennusta, optimoida urheilijan suorituskykyä, parantaa harjoitettavuutta ja mahdollisesti lisätä terveitä harjoittelu päiviä. Järjestelmässä huomioitiin erilaisten suorituksien aiheuttamat fysiologiset vasteet ja adaptaatiot, jotka vaikuttavat oleellisesti tuloksien luotettavuuteen (Rytkönen 2014, 44). Tuotoksen kehittämisessä huomioitiin myös lajin fyysiset vaatimukset, joita pidetään urheilijoiden testaustoiminnassa tärkeänä tekijänä (Jääskeläinen 2019, 158). Työssä vastattiin selvästi ja kattavasti kysymyksiin ”mitä”, ”miksi” ja ”miten testataan”. Lisäksi työssä vastattiin tarkoitukseen ja tavoitteeseen. Saadun palautteen perusteella tuotosta voidaan pitää onnistuneena ja se on täyttänyt hyvälle testijärjestelmälle asetetut kriteerit sekä toimeksiantajan toiveet. Toimeksiantajan kommenttien perusteella tuotoksesta ja työstä saattavat hyötyä myös muut käsipalloseurat ja käsipalloliitto.

Toimivan testijärjestelmän kriteereitä ovat lajispesifisyys, luotettavuus, toistettavuus ja helposti saatavilla olevan data. Lajispesifisyyttä tuotokseen toivat laaja teoriapohja ja siihen syventyminen ennen järjestelmän kehittämistä. Yksittäisten testien luotettavuutta nostivat monipuoliset tuoreet lähteet, vertailut, tietoperustaan sidottu analysointi sekä perustelut lajin näkökulmasta. Testituloksien luotettavuutta lisää niiden suoritusjärjestys, joka suunniteltu fysiologisten vasteiden mukaan. Järjestelmään valituista testeistä luotettavimpana voidaan pitää kevennyshyppy ja maksimivoimatestejä, koska ne ovat todella tutkittuja ja käytettyjä testejä (Walker 2016a; Kyröläinen, Keskinen ym. 2018, 196 mukaan). Myös

kestävyydestä (30–15 IFT) löytyi lukuisia tutkimuksia, jotka puolsivat sen luotettavuutta ja toistettavuutta (Grgic ym. 2021). Luotettavuudeltaan heikoimpia testejä ovat käsipallon heittotestit, joiden luotettavuus ja toistettavuus on riippuvainen seuran käytettävissä olevasta teknologiasta. Tarkkoja heitonopeuksia mittaavat laitteet ovat kalliita, mutta testijärjestelmän kannalta edullisempikin nopeustutka kertoo heitossa tapahtuvista muutoksista, mikäli mittaustilanne pysyy vakioituna.

Työssä otettiin huomioon moniammatillinen yhteistyö ja tuloksien hyödynnettävyys fysioterapeutin, valmentajan ja fysiikkavalmentajan kesken. Tuotos suunniteltiin niin, että data on kaikkien ammattilaisten saatavilla nopeasti. Tarpeen vaatiessa myös muiden palloilulajien parissa toimivat ammattilaiset sekä muu sosiaali- ja terveysalan henkilökunta voivat hyötyä tämän työn tuloksista. Esimerkiksi TULE-asiakkaiden toimintakyvynarvioinnissa voidaan käyttää alaraajan liikkeen hallinnan testiä ja yhden jalan kolmiloikkaa. Testausjärjestelmää voidaan hyödyntää muissakin lajeissa, kuten koripallossa ja lentopallossa, jotka ovat fyysiltä vaatimuksiltaan käsipallon kaltaisia (Simonek ym. 2017).

Tiedonhauissa huomioitiin fysioterapian alan monitieteellisyys. Fysioterapiassa sovelletaan useita tieteenaloja, kuten lääke-, liikunta- ja terveystieteitä. Tässä työssä tulivat lisäksi esille anatomia, kuormitusfysiologia ja biomekaniikka sekä testaus- ja arviointitoimintaan liittyvä mittaaminen. (Suomen Fysioterapeutit 2016, 13.) Prosessissa tuli lisäksi esille urheilufysioterapian piirteitä, joita ovat mm. kliininen tutkiminen ja päättely, testien kirjo, teknologian hyödyntäminen, moniammatillisuus, näyttöön perustuvien harjoitteiden ohjaaminen ja datan analysointi. Urheilufysioterapian tarkoituksena on mm. parantaa harjoitettavuutta, pienentää ja arvioida vammarieskejä, kuntouttaa vammoja sekä seurata ja hallita urheilijan kuormitusta (SUFT). Opinnäytetyön tuotosta voidaan käyttää näiden kaikkien osa-alueiden tukena.

Kehittämisprosessi vaati verkosto-, työelämä-, johtamis-, kehittämis- ja tutkimusosaamista, jotka ovat myös keskeisiä fysioterapian osa-alueita. Lisäksi prosessin vieminen alusta loppuun edellytti projektin hallintataitoja ja aikatauluttamista. Vuorovaikutus ohjaajan ja toimeksiantajan kanssa korosti yhteistyön merkitystä kehittämissuorituksen kannalta. Yhteistyötä toimeksiantajan kanssa olisi voinut olla enemmän, vaikka se koettiin riittäväksi. Prosessista jäi puuttumaan tuotoksen käyttämisen arvio. Yhteistyötoimintaa ja tuotoksen käytettävyyttä olisi voinut arvioida esimerkiksi käytännön testauspäivän avulla, minkä pohjalta tuotosta olisi voitu muokata ja kehittää entistäkin sopivammaksi.

6.2 Eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyö toteutettiin LAB-ammattikorkeakoulun (2021) ohjeiden mukaan. Ennen opinnäytetyöprosessin aloittamista perehdyttiin ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettisiin suosituksiin ja sitouduttiin noudattamaan ammattikorkeakoulujen rehtorineuvoston (ARENE) ohjeistuksia ammattikorkeakoulujen opinnäytetöistä sekä tutkimuseettisen neuvottelukunnan (2012) hyvää tieteellistä käytäntöä. ARENE ry:n (2019) suositukseen sisältyy seuraavia asioita: eettinen ennakoarviointi, esteellisyyden selvittäminen, tietosuojasiat, lupa- ja sopimusasiat, plagiaatintunnistamiseen liittyvät toimet ja henkilötietojen käsittelyyn liittyvät ohjeet. Eettisten suositusten ja hyvän tieteellisen käytännön tarkoituksena on yhtenäistää opinnäytetyöprosesseja ja nostaa niiden laatutasoa. Lisäksi ohjeistukset ennaltaehkäisevät tieteellistä epärehellisyyttä ja edistävät hyvää tieteellistä toimintaa. LAB-ammattikorkeakoulussa noudatetaan myös avoimen tieteen ja tutkimuksen tavoitteita (ATT), joiden tarkoituksena nostaa tieteen ja tutkimuksen laatua sekä yhteiskunnallista saatavuutta. Avoimuus käsittää opinnäytetyön julkaisuun liittyvät asiat, mikä tarkoittaa työn julkaisua Theseuksessa.

Eettisten suositusten mukaan opiskelijan on oltava säännöllisessä vuorovaikutuksessa ohjaajan ja toimeksiantajan kanssa. Laadimme yhteistyösopimuksen toimeksiantajan kanssa ja selvitimme työn toteutukseen liittyvät lupa- ja sopimusasiat. Opinnäytetyön aiheesta, ohjauksesta ja julkaisusta sovittiin kirjallisella sopimuksella prosessin aloitusvaiheessa. Sopimus luotiin ammattikorkeakoululain ja LAB-ammattikorkeakoulun ohjeiden mukaisesti. Yhteistyösopimuksessa sovittiin työnjulkaisusta, aikatauluista, tekijänoikeuksista, salassapitovelvollisuudesta sekä toimeksiantajan ja opiskelijoiden suhteesta, jotka perustuvat ARENE ry:n ohjeistukseen. Opinnäytetyössä ei tutkittu ihmisiä, joten tutkimuslupaa ei tarvittu. Mikäli toiminnallisen opinnäytetyön tuotoksena syntyy uusi menetelmä tai keksintö, sen oikeuksista ja julkaisusta sovitaan erillisellä sopimuksella. Muussa tapauksessa opinnäytetyön oikeudet kuuluvat opiskelijoille. Hyvän tieteellisen käytännön ja opinnäytetyön ohjeiden mukaan työssä käytetyt lähteet merkittiin ja niihin viitattiin tieteellisten käytäntöjen mukaisesti. (LAB-ammattikorkeakoulu 2021; ARENE 2019; TENK 2012, 6–7.)

Opinnäytetyön luotettavuutta nosti laaja perehtyminen lajin vaatimuksiin ja testaustoimintaan. Lajiin liittyvät ennakkokäsitykset eivät ohjanneet työn tekijöitä. Ne eivät myöskään ohjanneet testien valintaa, mikä on omalta osaltaan nostanut työn luotettavuutta. Toisaalta vieras aihealue saattoi johtaa oleellisten asioiden puuttumiseen. Toimeksiantajan lajituntemus ja arviot tukivat työn edistymistä ja olivat läsnä prosessin jokaisessa vaiheessa. Myös tuotoksen käytettävyyden arvioinnin puuttuminen laskee luotettavuutta. Siihen vaikutti negatiivisesti myös laajan aihealueen käsitteleminen lyhyessä ajassa sekä

käsipallotutkimuksen vähäisyys muihin palloilulajeihin verrattuna. Luotettavuutta nostivat lähteiden runsaus, ajantasaisuus ja luotettavuus.

Opinnäytetyön tiedonhankinta suoritettiin lähteistä, jotka olivat enintään 10 vuotta vanhoja. Tiedonhankinnassa käytettiin seuraavia tietokantoja: PubMed, Medic, LAB Primo, Terveysportti, EBSCO Cinahl, EBSCO Academic Search Elite, Google Scholar, käsipallon lajiliittojen sivut, ammattilehdissä julkaistut tieteelliset artikkelit ja väitöskirjat. Tiedonhankintaa täydennettiin alan tietokirjallisuudella. Tuotoksen lopullisen käytettävyyden, luotettavuuden ja testien vertailukelpoisuuden varmentamiseksi sitä tulisi käyttää ja arvioida pidemmällä aikavälillä.

6.3 Jatkokehittämis- ja tutkimusehdotukset

Opinnäytetyön tuotosta ei ole käytännössä arvioitu, joten jatkotutkimusehdotuksena testi-järjestelmää voitaisiin käyttää erilaisten harjoitusinterventioiden vaikuttavuuden seurantaan käsipallossa, joilla selvitetään lajinomaista käytettävyyttä. Samalla voitaisiin vertailla kahden erilaisen testausprotokollan käyttöä. Järjestelmän osia tai yksittäisten testien luotettavuuden tutkiminen saataisi tuoda lisäarvoa tuotokselle. Tässä voitaisiin tarkastella kuntopallon heittoa pään yli, josta oli hyvin vähän käsipalloon liittyvää tutkimustietoa saatavilla. Testaustoiminnan vakioinnin näkökulmasta voitaisiin arvioida ja selvittää valmistautumiseen liittyviä tekijöitä. Esimerkiksi, että millaisia tuloksellisia eroja vakioitu alkuverryttely tuottaa verrattuna vapaavalintaiseen alkuverryttelyyn. Lisäksi mielenkiintoista olisi tietää, miten suoritusjärjestyksen muuttaminen, testien ajoittaminen eri aikaan harjoituskausilla vaikuttaa testituloksiin.

Digitalisaatio mahdollistaa entistä monipuolisempaa ja luotettavampaa testaustoimintaa. Yhä useammat asiat tapahtuvat verkossa digitaalisilla alustoilla. Lisääntynyt tiedon määrä mahdollistaa yksilöllisemmän harjoittelun suunnittelun, minkä merkitys testausprotokollan hyödynnettävyyteen on kiistaton. (Dufva 2020.) Opinnäytetyössä syntyneen tuotoksen käytettävyyden ja asiakaslähtöisyyden näkökulmasta olisi mielenkiintoista seurata, miten tuotos voitaisiin jalostaa osaksi mobiilisovellusta tai nettisivua. Tämä mahdollistaisi urheilijan kuormituksen objektiivisten ja subjektiivisten mittausmenetelmien yhdistämisen. Mittausmenetelmiä voisivat olla esimerkiksi kyselyt unesta, mielialasta ja ravinnosta. Dataa voitaisiin täydentää syketiedoilla, kuten leposyke ja sykevälivaihtelu. Testijärjestelmän ja lajianalyysin pohjalta määritetyn tavoitetason näyttäminen sovelluksessa voisi toimia urheilijan motivaattorina.

Lähteet

Aho, J. Liikuntafysiologi. 2019. Liikuntatieteellinen seura. Laadukas kuntotestaus taipuu moneksi. Viitattu 11.5.2022. Saatavissa <https://www.lts.fi/liikunta-tiede/artikkelit/laadukas-kuntotestaus-taipuu-moneksi.html>

Ahtiainen, J., Aho, J., Husu, P., Kaikkonen, P., Mikkola, J. & Kamsula, J. 2022. Kuntotestauksen hyvät käytännöt. Liikuntatieteellinen seura. Viitattu 11.5.2022. Saatavissa https://www.fkm.fi/media/fkm_kuntotestaus/kuntotestauksenhyvatkaytannot2022_saavuttava.pdf

Altmann, S., Ringhof, S., Neumann, R., Woll, A. & Rumpf, M. 2019. Validity and reliability of speed tests used in soccer: A systematic review. PLOS ONE. Viitattu 30.9.2022. Saatavissa <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0220982>

American College of Sport Medicine. 2014. Health-Related Physical Fitness Assessment Manual. 4th Edition. Philadelphia: Lippincott William & Wilkins. Viitattu 11.5.2022. Saatavissa

https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=ZPo96rd3PpAC&oi=fnd&pg=PP2&dq=acsm+physical+fitness+testing&ots=SZRUPNbShs&sig=PrUgwH8FzplnY0fMFQBwYjQkQ1q&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Airaksinen, T. 2009. Toiminnallisen opinnäytetyön kirjoittaminen. Toiminnallinen opinnäytetyö tekstinä. Aalto yliopisto. Viitattu 3.6.2022. Saatavissa <https://www.slideshare.net/Tiina-Marjatta/toiminnallinen-opinnytety-tekstin>

Andersen, V., Fimland, M. S., Brenset, Ø., Haslestad, L. R., Lundteigen, M. S., Skalleberg, K. & Saeterbakken, A. H. 2014. Muscle Activation and Strength in Squat and Bulgarian Squat on Stable and Unstable Surface. Viitattu 16.9.2022. Saatavissa https://docksci.com/muscle-activation-and-strength-in-squat-and-bulgarian-squat-on-stable-and-unstab_5a8ee5c1d64ab2af26399e76.html

ARENE. 2019. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Viitattu 1.6.2022. Saatavissa https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTI-KORKEAKOULUJEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf?_t=1578480382

Bahr, R. 2016. Why screening tests to predict injury do not work—and probably never will...: a critical review. British Journal of Sports Medicine. Vol 50. (13), 776-780. Viitattu 24.9.2022. Saatavissa <https://bjsm.bmj.com/content/50/13/776>

- Barkley, L. 2021. The Preparticipation Sports Physical Examination. *Current Sport Medicine Reports*. Vol. 20 (2), 65–66. Viitattu 19.5.2022. Saatavissa https://journals.lww.com/acsm-csmr/Fulltext/2021/02000/The_Preparticipation_Sports_Physical_Examination.2.aspx?context=LatestArticles
- Barrera-Domínguez, F., Carmona-Gómez, A., Tornero-Quiñones, I., Sáez-Padilla, J., Sierra-Robles, Á. & Molina-López, J. 2021. Influence of Dynamic Balance on Jumping-Based Asymmetries in Team Sport: A between-Sports Comparison in Basketball and Handball Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 18 (4), 1866. Viitattu 16.9.2022. Saatavissa <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/4/1866/htm>
- Bautista, I.J., Chiroso, I.J., Robinson, J.E., van der Tillaar, R, Chiroso, L.J. & Martín, I.M. 2016. A new physical performance classification system for elite handball players: cluster analysis. *Journal of Human Kinetics*. Vol. 1 (51), 131–142. Viitattu 19.5.2022. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5260557/>
- BBC. Handball – Essential skills and techniques. 2022. Viitattu 3.9.2022. Saatavissa <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/z32qmn/b/revision/4>
- Beckham, G. Lish, S., Keebler, L., Longaker, C., Disney, C., DeBeliso, M. & Adams, K. 2019. *Journal of Physical Activity Research*. 2019. Vol. 4 (2), 131–136. Viitattu 24.9.2022. Saatavissa <http://pubs.sciepub.com/jpar/4/2/9/index.html#Figure3>
- Belsic, I., Rodic, S., Dukaric, V., Rupcic, T. & Knjaz, D. 2021. Do Blood Lactate Levels Affect the Kinematic Patterns of Jump Shots in Handball? *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 18 (20), 10809. Viitattu 31.5.2022. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8536123/>
- Bernhardt, D. & Roberts, W. 2019. PPE: Preparticipation Physical Evaluation. *Academy of Pediatrics*. 5. painos. Viitattu 24.5.2022. Saatavissa https://search-ebscobhost-com.ezproxy.saimia.fi/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=2117009&site=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp_Cover
- Bok, D. & Foster, C. 2021. Applicability of Field Aerobic Fitness Tests in Soccer: Which One to Choose? *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 6 (3), 69. Viitattu 11.9.2022. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8395732/>
- Borms, D., Maenhout, A. & Cools, A. 2016. Upper Quadrant Field Tests and Isokinetic Upper Limb Strength in Overhead Athletes. *Journal of Athletic Training*. Vol. 51 (10), 789-796. Viitattu 24.9.2022. Saatavissa <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27834503/>

- Buchheit, M, Dikmen, U. & Vasallo C. 2021. The 30-15 Intermittent Fitness Test – two decades of learnings. Sport Performance and Science Reports. Vol. 1 (148). Viitattu 29.9.2022. Saatavissa https://martin-buchheit.net/wp-content/uploads/2021/11/SPSR148_Buchheit.pdf
- Buchheit, M. 2010. The 30-15 Intermittent Fitness Test: 10-year review. Viitattu 10.9.2022. Saatavissa <https://30-15ift.com/wp-content/uploads/2013/07/buchheit-30-15ift-10-yrs-review-2000-2010.pdf>
- Chek, Paul. Handball fitness training. 2018. Viitattu 2.9.2022. Saatavissa <https://handball-fitnesstraining.com/the-bench-press-handball/>
- Chelly, M., Hermassi S., Aouadi R., Khalifa R., Van Den Tillaar R., Chamari K. & Shephard R. 2011. Match Analysis Of Elite Adolescent Team Handball Players. Vol. 25 (9), 2410-2417. Viitattu 21.5.2022. Saatavissa https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2011/09000/Match_Analysis_of_Elite_Adolescent_Team_Handball.8.aspx
- Claudino, J., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D., McGuigan, M., Tricoli, V., Amadio, A., & Serrão, J. 2017. The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. Journal of science and medicine in sport. 20(4), 397–402. Viitattu 24.9.2022. Saatavissa <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27663764/>
- Cotterman, M. L., Darby, L. & Skelly, W. 2005. Comparison Of Muscle Force Production Using The Smith Machine and Free Weights For Bench Press and Squat Exercises. Journal of Strength and Conditioning. Viitattu 20.9.2022. Saatavissa <https://www.semanticscholar.org/paper/COMPARISON-OF-MUSCLE-FORCE-PRODUCTION-USING-THE-AND-Cotterman-Darby/be6dde1e6bb0f2803b947ae972af8fa3a7c759d1?p2df>
- Coulson, M. & Archer, D. 2009. Fitness Professionals. Practical fitness testing. Lontoo; A & C Black Publishers Ltd. Viitattu 13.5.2022. Saatavissa https://books.google.fi/books?id=Sg7SBAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=athlete+fitness+testing&hl=fi&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=athlete%20fitness%20testing&f=true
- Del Vechhio, L., Daewoud, H. & Green, S. 2018. The Health and Performance Benefits of the Squat, Deadlift, and Bench Press. Vol. 3 (2), . Viitattu 14.9.2022. Saatavissa <http://med-craveonline.com/MOJYPT/MOJYPT-03-00042.pdf>
- Dear, A. 2018. Science for sport. Vertec jump test. Viitattu 18.9.2022. Saatavissa <https://www.scienceforsport.com/vertec-jump-test/>

- Dufva, M. 2020. Megatrendit 2020. Sitran selvityksiä 162. Vantaa: Erweko. Viitattu 3.10.2022. Saatavissa <https://www.sitra.fi/app/uploads/2019/12/megatrendit-2020.pdf>
- Eriksrud, O., Federolf, P., Sæland, F., Litsos, S. & Cabri, J. 2017. Reliability and Validity of the Hand Reach Star Excursion Balance Test. *Journal of Functional Morphology & Kinesiology*. Viitattu 29.9.2022. Saatavissa <https://www.mdpi.com/2411-5142/2/3/28/htm>
- Eriksrud, O., Federolf, P., Anderson, P. & Cabri, J. 2018. Hand reach star excursion balance test: An alternative test for dynamic postural control and functional mobility. Viitattu 29.9.2022. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5940230/>
- Eriksrud, O., Sæland, F., Federolf, P. & Cabri, J. 2019. Functional Mobility and Dynamic Postural Control Predict Overhead Handball Throwing Performance in Elite Female Team Handball Players. *Vol. 18 (1)*, 91–100. Viitattu 21.5.2022. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6370954/>
- Eurohandball. 2022. Basic Handball. Viitattu 14.5.2022. Saatavissa http://activities.euro-handball.com/hb4all/content/2BasicHB/basic_introduction.pdf
- Fernandez, J., Granacher, U., Martinez-Martin, I., Garcia-Tormo, V., Herrero-Molleda, A., Barbado, D. & Garcia-Lopez, J. 2022. Physical fitness and throwing speed in U13 versus U15 male handball players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. *Vol. 14*. 113. Viitattu 1.9.2022. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9210574/>
- Ferragut, C. & Suarez, E. 2019. Throwing Speed in Team Handball: A Systematic Review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. *Vol.19 (6)*, 1-13. Viitattu 16.5.2022. Saatavissa https://www.researchgate.net/publication/334795261_Throwing_speed_in_team_handball_a_systematic_review
- Firstbeat. 2022. What is a Good Vo2max for Me? Fitness, Age, Men and Women. Viitattu 14.5.2022. Saatavissa <https://www.firstbeat.com/en/blog/whats-a-good-vo2max-for-me-fitness-age-men-and-women/>
- Gabbett, T. 2016. The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sport Medicine*. *Vol. 50 (5)*, 273–280. Viitattu 2.10.2022. Saatavissa <https://bjsm.bmj.com/content/50/5/273>
- Gathercole, R., Sporer, B., Stellingwerff, T. & Sleivert, G. 2015. Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *International Journal Of Sports Physiology and Performance*. *Vol. 10 (1)*, 84–92. Viitattu 29.5.2022. Saatavissa <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijspp/10/1/article-p84.xml>

- Gorostiaga E., Granados C., Ibanez J., Gonzalez-Badillo J. & Izquierdo M. 2006. Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine and Science In Sport and Exercise*. Vol. 38 (2), 357-366. Viitattu 19.5.2022. Saatavissa https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2006/02000/Effects_of_an_Entire_Season_on_Physical_Fitness.24.aspx
- Granados C., Izquierdo M., Ibanez J., Bonnbau H. & Gorostiaga E M. 2007. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur female handball players. *International Journal of Sport Medicine*. Vol. 28 (10), 860-867. Viitattu 19.5.2022. Saatavissa <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2007-964989>
- Grgic, J., Lazinec, B. & Pedisic, Z. 2021. Test–retest reliability of the 30–15 Intermittent Fitness Test: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*. Vol. 10 (4), 413–418. Viitattu 16.9.2022. Saatavissa <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095254620300570?via%3Dihub>
- Hackett, D., Davies, T., Ibel, D., Cobley, S. & Sanders, R. 2017. Measurement in Physical Education and Exercise Science. Vol. 22 (1), 79–87. Viitattu 24.9.2022. Saatavissa <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1091367X.2017.1385462>
- Handisliiga. 2022. Käsipallon Säännöt. Viitattu 15.5.2022. Saatavissa <http://handisliiga.fi/kasipallon-saannot/>
- Haugen, T., Breitschädel, F., Wiig, H. & Seiler, S. 2020. Countermovement Jump Height in National-Team Athletes of Various Sports: A Framework for Practitioners and Scientists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 16 (2). Viitattu 24.9.2022. Saatavissa https://www.researchgate.net/publication/339940034_Countermovement_Jump_Height_in_National-Team_Athletes_of_Various_Sports_A_Framework_for_Practitioners_and_Scientists
- Healthline. 2019. Bench press average for men and women. Viitattu 2.9.2022. Saatavissa <https://www.healthline.com/health/exercise-fitness/average-bench-press#average-for-women>
- Healthline. 2016. High Bar vs. Low Bar Squat: What's More Effective? Viitattu 14.9.2022. Saatavissa <https://www.healthline.com/health/fitness-exercise/high-bar-vs-low-bar-squat>
- Hermassi, S., Chelly, M., Bragazzi, N., Shephard, R. & Schwesig, R. 2019a. In-Season Weightlifting Training Exercise in Healthy Male Handball Players: Effects on Body Composition, Muscle Volume, Maximal Strength, and Ball-Throwing Velocity. *International Journal*

of Environmental Research and Public Health. Vol. 16 (22), 4520. Viitattu 10.5.2022. Saatavissa <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/22/4520>

Hermassi, S., Bragazzi, N. & Majed, L. 2020. Body Fat Is a Predictor of Physical Fitness in Obese Adolescent Handball Athletes. International Journal of Environmental Research and Public Health. Vol. 17 (22), 8428. Viitattu 1.9.2022. Saatavissa <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/22/8428>

Hermassi, S., Laudner, K. & Schwesig, R. 2019b. Playing Level and Position Differences in Body Characteristics and Physical Fitness Performance Among Male Team Handball Players. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. Viitattu 1.9.2022. Saatavissa <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbioe.2019.00149/full>

Hermassi, S., van den Tillaar, R., Khelifa, R., Chelly, M. & Chamari, K. 2015. Comparison of In-Season-Specific Resistance vs. A Regular Throwing Training Program on Throwing Velocity, Anthropometry, and Power Performance in Elite Handball Players. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol. 29 (8), 2105-2114. Viitattu 24.9.2022. Saatavissa https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2015/08000/Comparison_of_In_Season_Specific_Resistance_vs_A.5.aspx

Hewitt, J., Cronin, J., Hume, P. & Button, C. 2011. Understanding Deceleration in Sports. Strength and Condition Journal. Vol. 33 (1), 47–52. Viitattu 30.9.2022. Saatavissa https://www.researchgate.net/publication/232143594_Understanding_Deceleration_in_Sport

Howley T. 2016. Complete Conditioning for Lacrosse. Viitattu 28.8.202. Saatavissa <https://us.humankinetics.com/blogs/excerpt/back-squat-test>

Hulmi, J. 2017. Lihastohtori. Eksentrisen harjoittelun perusteet ja käytäntö – Lahti, Vilén ja Hulmi. Viitattu 3.10.2022. Saatavissa <https://lihastohtori.wordpress.com/2017/09/29/eksentrisen-treeni/>

Hulmi, J. 2013. Lihastohtori. Kuinka kovaa treenaat? Osa 1: näin arvioit treenisä rankkuuden – Haikarainen. Viitattu 29.5.2022. Saatavissa https://lihastohtori.wordpress.com/2013/05/15/kuinka_kovaa/

HURLabs. Hyppytestilevyt. Hyppyjen oikea suoritus. Kevennyshyppy. Viitattu 16.10.2022. Saatavissa <http://www.hurlabs.fi/hyppytestilevyt>

HIFK Käsipallo. Historia. Viitattu 11.5.2022. Saatavissa <https://www.hifk-handball.com/historia/>

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sarjavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu painos. Helsinki: Tammi. Viitattu 26.5.2022.

Hulmi, J. 2019. Lihastohtori: Näyttöön perustuva tietopankki sporttiseen kuntoon. 8. painos. Tampere: Fitra Oy. Viitattu 11.5.2022.

Häyrinen, M. 2013. Käsipallon lajianalyysi. Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus KIHU. KIHUn julkaisusarja nro. 4. Viitattu 11.05.2022. Saatavissa <https://finnhandball.net/wp-content/uploads/2014/05/K%C3%A4sipallon-lajianalyysi2013.pdf>

International Handball Federation (IHF). 2022. Handball 101: Understand the essentials before the Olympic handball tournament begins. Viitattu: 18.5.2022. Saatavissa <https://www.ihf.info/media-center/news/handball-101-understand-essentials-olympic-handball-tournament-begins>

Iyad, Y., Hashem, K., Abdulsalam, A., Jamal, A., Laila, A., Waleed, S., Sana, L. & Tariq, R. 2021. Kinematics and Accuracy of The Upward Jumping Throw in Handball. International Journal of Innovation, Creativity & Change. Vol. 15 (2), 893-907. Viitattu 16.9.2021. Saatavissa https://www.ijicc.net/images/Vol_15/Iss_2/15254_Yousef_2021_E1_R3.pdf

Jelicic, M., Ivancev, V., Cular, D., Covic, N., Stojanovic, E., Scanlan, A. & Milanovic, Z. 2020. Research Quarterly for Exercise and Sport. Vol. 91 (1), 83–91. Viitattu 11.9.2022. Saatavissa <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31609179/>

Jääskeläinen, M. 2019. Suomalaisten kuntokirja. Testattua ja tutkittua tietoa. Tampere: Fitra Oy. Viitattu 11.5.2019.

Kaikkonen, P. Liikuntatieteiden tohtori. Terveurheilija. Harjoittelu: Palautuminen. Viitattu 27.5.2022. Saatavissa <https://terveurheilija.fi/harjoittelu/palautuminen/#jaahdyttelyjalautuminen>

Kamsula, J. & Aho, J. 2021. Kuntotestauksen hyvät käytännöt päivittymässä. FKM Liikunta ja tiede -lehti 3/2021. Viitattu 19.5.2022. Saatavissa <https://www.fkm.fi/tutkittua-sovellettua/artikkeli/kuntotestauksen-hyvat-kaytannot-paivittymassa>

Karcher, C. & Buchheit, M. Competitive Demands of Elite Handball. Aspetar Sport Medicine Journal. 2014. Viitattu 11.05.2022. Saatavissa <https://www.aspetar.com/journal/viewarticle.aspx?id=135#.YnvHD-hBzb1>

Kawamoto, Jon-Erik. 2022. Muscle & Fitness. 5 Alternative Moves to Bench Pressing for Athletes. Viitattu 12.9.2022. Saatavissa <https://www.muscledfitness.com/flexonline/training/5-alternative-moves-bench-pressing-athletes/>

- Kemppainen, J. 2015. Liikuntabiologian Laitos. Jyväskylän Yliopisto. Pesäpallon lajianaalyysi ja Valmennuksen ohjelmointi. Viitattu 21.5.2022. Saatavissa <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/48087/1/Kemppainen%20Joose.pdf>
- Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2018. Fyysisen kunnan mittaaminen – käsi- ja oppikirja kuntotestaajille. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro. 174. Helsinki: Grano Oy. Viitattu 11.5.2022.
- Kuitunen, S. Tutkija. KIHU. 2022. Kasva Urheilijaksi. Ominaisuustesti: Nopeus. Viitattu 24.5.2022. Saatavissa <https://www.kasvaurheilijaksi.fi/ominaisuustesti/esittely/nopeus>
- Kuoppasalmi M. Fysioterapeutti & Personal Trainer. 2022. Voimaharjoittelun Perusteet. Viitattu 21.5.2022. Saatavissa <https://www.markokuoppasalmi.fi/blog/voimaharjoittelun-perusteet>
- Kvorning, T., Hansen, M. R.B. & Jensen, K. 2017. Strength and Conditioning Training by the Danish National Handball Team Before an Olympic Tournament. Journal of Strength and Condition Research. Vol. 31 (7), 1759-1765. Viitattu 12.9.2022. Saatavissa https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2017/07000/Strength_and_Conditioning_Training_by_the_Danish.1.aspx
- LAB-ammattikorkeakoulu. 2021. Opinnäytetyön ohje. Viitattu 1.6.2022. Saatavissa https://elab.lab.fi/sites/default/files/category-page/2021-09/LAB_opinn%C3%A4ytety%C3%B6_ohje_AMK_170921.pdf
- Landreau, P., Zumstein, M., Lubiowski, P. & Laver, L. 2018. Handball Sports Medicine: Shoulder Injuries in Handball. Viitattu 21.5.2022. Saatavissa https://www.researchgate.net/publication/325067365_Shoulder_Injuries_in_Handball
- Løken, J., Solstad, T., Stien, N. & Andersen, V. 2021. Effects of bouncing the barbell in bench press on throwing velocity and strength among handball players. PLoS One. Vol. 16 (11), e0260297. Viitattu 12.9.2022. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8604300/>
- Luig P. & Henke T. 2011. Policy Briefing: Preventing Injuries In Handball. Viitattu 20.5.2022 & 23.5.2022. Saatavissa <https://www.eurosafe.eu.com/uploads/inline-files/Policy%20briefing%2017%20Preventing%20injuries%20in%20handball.pdf>
- Manchado, C., Tortosa-Martinez, J., Vila, H., Ferragut, C. & Platen. P. 2013. Performance Factors in Women's Team Handball. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol.

27 (6), 708–1719. Viitattu 2.9.2022. Saatavissa https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2013/06000/Performance_Factors_in_Women_s_Team_Handball_.31.aspx

Massuca, L., Branco, B., Miarka, B. & Fragoso, I. 2015. Physical Fitness Attributes of Team-Handball Players are Related to Playing Position and Performance Level. *Asian Journal Of Sport Medicine*. Vol. 6 (1), 24712. Viitattu 10.9.2022. Saatavissa <https://brieflands.com/articles/asjasm-21620.html>

Martín-Guzón, I., Muñoz, A., Lorenzo-Calvo, J., Muriarte, D., Marquina, M. & de la Rubia, A. 2022. Injury Prevalence of the Lower Limbs in Handball Players: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 19 (1), 332. Viitattu 16.9.2022. Saatavissa <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/1/332>

McCormack, S., Jones, B., Scantlebury, S., Rotheram, D. & Till, K. 2020. "It's Important, but It's Not Everything". Practitioners' Use, Analysis and Perceptions of Fitness Testing in Academy Rugby League. Switzerland: Sports Basel. Vol. 8 (9), 130. Viitattu 20.5.2022. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7552628/>

McCurdy, K., O'Kelley, E., Kutz, M., Langford, G., Ernest, J. & Torres, M. 2010. Comparison of lower extremity EMG between the 2-leg squat and modified single-leg squat in female athletes. *Journal of Sports Rehabilitation*. Vol. 19 (1). Viitattu 16.9.2022. Saatavissa <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jsr/19/1/article-p57.xml>

McCurdy, K., Langford, G., Cline, A., Doscher, M. & Hoff, R. 2004. The Reliability of 1- and 3Rm Tests of Unilateral Strength in Trained and Untrained Men and Women. *Journal of Sports & Medicine*. Vol. 3 (3), 190–196. Viitattu 29.9.2022. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3905302/>

Michalsik, L., Madsen, K. & Aagaard, P. 2015. The Journal on Sport Medicine and physical fitness. Vol. 55 (5), 425–29. Viitattu 20.9.2022. Saatavissa <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24402441/>

Millet, G., Brocherie, F. & Burtcher, J. 2021. Olympic Sports Science—Bibliometric Analysis of All Summer and Winter Olympic Sports Research. *Frontiers in Sport and Active Living*. Viitattu 16.9.2022. Saatavissa <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2021.772140/full>

Mohoric, U., Sibila, M. & Strumbelj, B. 2021. Positional differences in some physiological parameters obtained by the incremental field endurance test among elite handball players. *Kinesiology*. Vol. 53 (1), 6–7. Viitattu 12.5.2022. Saatavissa <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/kinesiology/article/view/11632>

- Mohoric, U, Sibila, M., Abazovic, E., Jovanovic, S. & Paravlic, A. 2022. Comparison of the Field-Based Intermittent Running Fitness Test 30–15 and the Treadmill Multistage Incremental Test for the Assessment of Cardiorespiratory Fitness in Elite Handball Players. Vol. 19 (6), 3535. Viitattu 11.9.2022. Saatavissa <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35329236/>
- Morrison, M. 2022. Physical testing in basketball: What are the most appropriate tests? Sportsmith. Viitattu 21.10.2022. Saatavissa <https://www.sportsmith.co/articles/physical-testing-in-basketball/>
- Mrdakovic, V., Ivanovic, V., Stefanovic, D., Ilic, V. & Ranisavljev, I. 2015. Impact Of Body Composition and Vo2 Max on the Competitive Success in Top-Level Handball Players. Collegium Antropologicum. Vol. 3 (39), 535–536. Viitattu 19.5.2022. Saatavissa https://www.researchgate.net/publication/288839867_Impact_of_Body_Composition_and_Vo2_Max_on_the_Competitive_Success_in_Top-Level_Handball_Players
- Myklebust, G. 2014. Between Basketball and Rugby – The Risk of Injury in Handball. Sports Medicine. Viitattu 23.10.2022. Saatavissa <https://www.aspetar.com/journal/upload/PDF/2014410103654.pdf>
- Nummela A. Liikuntatieteiden Tohtori. KIHU. 2022. Kasva Urheilijaksi. Ominaisuustesti: Kestävyys. Viitattu 13.5.2022. Saatavissa <https://www.kasvaurheilijaksi.fi/ominaisuustesti/esittely/kest%C3%A4vyys>
- Pasanen, K., Haapasalo, H., Halen, P. & Parkkari, J. 2021. Urheiluvammojen ehkäisy, hoito ja kuntoutus. 1. painos. Lahti: VK-kustannus Oy. Viitattu 17.9.2022.
- Pereira, L., Cal Abad, C., Kobal, R., Kitamura, K., Orsi, R., Ramirez-Campillo, C. & Loturco, I. 2018. Differences in Speed and Power Capacities Between Female National College Team and National Olympic Team Handball Athletes. Journal of Human Kinetics. Vol. 63 (1), 85–94. Viitattu 1.9.2022. Saatavissa <https://www.sciendo.com/article/10.2478/hukin-2018-0009>
- Physiopedia a. Hop test. Viitattu 17.9.2022. Saatavissa https://www.physio-pedia.com/Hop_Test
- Physiopedia b. Star Excursion Balance Test. Viitattu 29.9.2022. Saatavissa https://www.physio-pedia.com/Star_Excursion_Balance_Test
- Physiopedia c. Y-balance Test. Viitattu 29.9.2022. Saatavissa https://www.physio-pedia.com/Y_Balance_Test?utm_source=physiopedia&utm_medium=related_articles&utm_campaign=ongoing_internal

- Pieroth, E. 2015. How Many Concussions is Too Many?. NFL. Viitattu 23.10.2022. Saatavissa <https://www.nfl.com/news/dr-elizabeth-pieroth-how-many-concussions-is-too-many-0ap3000000457712>
- Pihlainen, K., Santtila, M., Ohrankämmen, O., Ilomäki, J., Rintakoski, M. & Tiainen, S. 2011. Puolustusvoimien kuntotestaajan käsikirja. 2. painos. Edita Prima Oy. Viitattu 13.5.2022.
- Plisky, P., Schwartkopf-Phifer, K., Huebner, B., Garner, M. B., & Bullock, G. 2021. Systematic Review and Meta-Analysis of the Y-Balance Test Lower Quarter: Reliability, Discriminant Validity, and Predictive Validity. International journal of sports physical therapy. Vol. 16 (5), 1190–1209. Viitattu 30.9.2022. Saatavissa <https://ijspt.scholasticahq.com/article/27634-systematic-review-and-meta-analysis-of-the-y-balance-test-lower-quarter-reliability-discriminant-validity-and-predictive-validity>
- Popescu, R., Georgescu, A. & Georgescu, A. 2022. Evaluation of the Jumping Training Program for the Development of Explosive Force in Handball Players. Vol.14 (1), 484–494. Viitattu 6.6.2022. Saatavissa <https://lumenpublishing.com/journals/index.php/rrem/article/view/4589/3535>
- Povoas, S., Seabra, A., Ascensão, A., Magalhães, J., Soares, J. & Rebelo, A. 2012. Physical and Physiological Demands of Elite Team Handball. Journal of Strength and Conditioning. Vol. 26 (12), 3365-3375. Viitattu 16.9.2022. Saatavissa https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2012/12000/Physical_and_Physiological_Demands_of_Elite_Team.25.aspx
- Rey, E. 2017. Court setup of the 30-15 intermittent fitness test. Viitattu 16.9.2022. Saatavissa https://www.researchgate.net/figure/Court-setup-of-the-30-15-Intermittent-Fitness-Test_fig1_317427586
- Rusin, J. 2022. Bulgarian Split Squats: A Superior Alternative to Barbell Back Squats?. Viitattu 14.9.2022. Saatavissa <https://drjohnrusin.com/bulgarian-split-squats-a-superior-alternative-to-barbell-back-squats/>
- Rytkönen, T. 2014. Vuorokaudenajan ja harjoitusjärjestyksen vaikutukset hermostolliseen adaptaatioon, lihasvoimaan ja lihaksen poikkipinta-alaan yhdistetyssä voima- ja kestävyysharjoittelussa. Jyväskylän yliopisto. Pro Gradu -tutkielma. Saatavissa <https://docplayer.fi/15309162-Tuomas-rytkonen-valmennus-ja-testausoppi-pro-gradu-tutkielma-2014-liikuntabiologian-laitos-jyvaskylan-yliopisto-tyon-ohjaaja-keijo-hakkinen.html>
- Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. Viitattu 29.8.2022. Saatavissa https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf

- Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turun Ammattikorkeakoulu. Puheenvuoroja 72. Tampere: Juvenes print Oy. Viitattu 25.5.2022. Saatavissa <https://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163738.pdf>
- Sanders, B., Blackburn, T.A. & Boucher, B. 2013. Preparticipation Screening – The Sport Physical Therapy Perspective. International Journal Of Sport Physical Therapy. Vol. 8 (2), 180–193. Viitattu 13.5.2022. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3625797/>
- Simonek, J., Horika, P. & Hianik, J. 2017. The differences in acceleration, maximal speed and agility between soccer, basketball, volleyball, and handball players. Journal of Human Sport and Exercise. Vol. 12 (1), 73-82. Viitattu 21.10.2022. Saatavissa <https://www.redalyc.org/pdf/3010/301051218006.pdf>
- Skejø, S. D., Bencke, J., Møller, M. & Sørensen, H. 2020. Estimating Throwing Speed in Handball Using a Wearable Device. Sensors. Vol. 20 (17), 4925. Viitattu 25.9.2022. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7506947/>
- Smith Machine UK. Legs - Split Squat. Viitattu 20.9.2022. Saatavissa <https://smith-machine.co.uk/exercises/legs/split-squat/>
- Soanjärvi, M. OMT-Fysioterapeutti. 2022. Kasva Urheilijaksi. Ominaisuustesti: Liikkuvuus. Viitattu 20.5.2022. Saatavissa <https://www.kasvaurheilijaksi.fi/ominaisuustesti/esittely/liikkuvuus>
- Stankovic, M., Gusic, M., Nikolic, S., Barisic, V., Vrankan, I., Sporis, G., Mikulic, I. & Trajkovic, N. 2021. 30–15 Intermittent Fitness Test: A Systematic Review of Studies, Examining the VO₂max Estimation and Training Programming. Vol. 11 (24). Viitattu 3.6.2022. Saatavissa <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/24/11792/htm>
- Suarez, E. & Ferragut, C. 2019. Throwing speed in team handball: a systematic review. International Journal of Performance Analysis in Sport. Vol. 19 (6), 1–13. Viitattu 26.9.2022. Saatavissa https://www.researchgate.net/publication/334795261_Throwing_speed_in_team_handball_a_systematic_review
- SUFT. Urheilufysioterapeutin erikoispätevyys. Viitattu 2.10.2022. Saatavissa <https://suft.fi/urheilufysioterapeutin-erityispatevyys/>

Suomen Fysioterapeutit. 2016. Fysioterapeuttien ydinosaminen. Viitattu 30.9.2022. Saatavissa <http://www.suomenfysioterapeutit.com/ydinosaminen/FysioterapeutinYdinosaminen.pdf>

Terveys- ja hyvinvoinninlaitos. 2020. Fyysinen kunto ja terveys. Viitattu 11.5.2022. Saatavissa <https://thl.fi/fi/web/elintavat-ja-ravitsemus/liikunta/fyysinen-kunto-ja-terveys>

Tietosuojavaltuutetun toimisto. Henkilötietojen käsittely. Viitattu 27.5.2022. Saatavissa <https://tietosuoja.fi/henkilotietojen-kasittely>

TOIMIA. 2017. TOIMIA-käsikirja (2.0). Kuvaus toimintakyvyn mittaamisen ja arvioinnin suositusten sekä mittariarviointien laadinnasta TOIMIA-asiantuntijaverkostossa. Viitattu 24.5.2022. Saatavissa <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/132218/TOIMIA-k%C3%A4sikirja%202.0.pdf?sequence=1>

Trasolini, N., Nicholson, K., Mylott, J., Bullock, G., Hulburt, T. & Waterman, B. 2022. Bio-mechanical Analysis of the Throwing Athlete and Its Impact on Return to Sport. *Arthroscopy, Sports Medicine & Rehabilitation*. Vol. 4 (1), 83-91. Viitattu 20.5.2022. Saatavissa <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666061X21002200>

Tuquet, J., Lozano, D., Antunez, A., Larroy, J. & Mainer-Pardos, E. 2021. Determinant Factors for Throwing in Competition in Male Elite Handball. *Sustainability*. Vol. 13(191), 10913. Viitattu 24.9.2022. Saatavissa https://www.researchgate.net/publication/355300895_Determinant_Factors_for_Throwing_in_Competition_in_Male_Elite_Handball

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Viitattu 1.6.2022. Saatavissa https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

UKK-Instituutti. 2021. Fyysinen Kunto. Kunnan Osa-alueet: Liikkuvuus. Viitattu 24.5.2022. Saatavissa <https://ukkinstituutti.fi/fyysinen-kunto/kunnan-osa-alueet/liikkuvuus/>

Valades, D., Palao, J-M., Aunsolo, A. & Urena, A. 2016. Correlation Between Ball Speed Of The Spike and The Strength Condition of A Professional Women's Volleyball Team During Season. *University of Alcalá. Kinesiology*. Vol. 48 (1), 87–94. Viitattu 25.9.2022. Saatavissa <https://pdfs.semanticscholar.org/867f/b5732115c8d4ffec745af08a7506ee28e438.pdf>

Vänttinen, T. Biologisen kehitysasteen merkitys nuorten valmennuksessa. KIHU. Viitattu 18.10.2022. Saatavissa https://www.lts.fi/media/lts_tapahtumat/ktp15/la-tomi_vanttinen-biologisen_kehitysasteen_merkitys_nuorten_valmennuksessa.pdf

- Wagner, H., Buchecker, M., von Duvillard, S. P. & Müller, E. 2010. Kinematic Description of Elite Vs. Low Level Players in Team-Handball Jump Throw. *Journal of Sports Science & Medicine*. Vol. 9 (1), 15-23. Viitattu 24.9.2022. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3737958/>
- Wallace, B. & Cardinale M. 1997. Conditioning for Team Handball. Vol 19 (6), 7–12. Viitattu 26.5.2022. Saatavissa https://journals.lww.com/nsca-scj/Citation/1997/12000/Conditioning_for_Team_Handball.1.aspx
- Walker, O. 2016a. Countermovement jump. *Science for sport*. Viitattu 26.8.2022. Saatavissa <https://www.scienceforsport.com/countermovement-jump-cmj/#toggle-id-1>
- Walker, O. 2016b. 30-15 intermittent fitness test. *Science for sport*. Viitattu 11.9.2022. Saatavissa <https://www.scienceforsport.com/30-15-intermittent-fitness-test/#toggle-id-1>
- Walker, O. 2016c. 20m sprint test. *Science for sport*. Viitattu 30.9.2022. Saatavissa <https://www.scienceforsport.com/20m-sprint-test/#toggle-id-1>
- Westcoast SCI. Active Physiotherapy. 2018. Importance of Scapular Shoulder Stability. Viitattu 20.5.2022. Saatavissa <https://westcoastsci.com/blog/importance-of-scapular-shoulder-stability/>
- Whiteley, R. *Aspetar Sport Journal Medicine*. Sport rehabilitation. The perils of handball shoulder physiotherapy. Viitattu 29.5.2022. Saatavissa <https://www.aspetar.com/journal/upload/PDF/201441012234.pdf>
- Williams, M., Squillante, A. & Dawes, J. 2017. The Single Leg Triple Hop for Distance Test. *Strength and Conditioning Journal*. Vol. 39 (3), 94–98. Viitattu 17.9.2022. Saatavissa https://www.researchgate.net/publication/317817802_The_Single_Leg_Triple_Hop_for_Distance_Test
- Wurm, M. & Laver, L. 2018. Head and Neck Injuries in Handball. *Handball Sports Medicine*. 167 – 176. Viitattu 23.10.2022. Saatavissa https://www.researchgate.net/publication/325069586_Head_and_Neck_Injuries_in_Handball

Liite 1. Testijärjestelmä

E2 $= (60,7 * D2) + (45,3 * C2) - 2055$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Nimi	Päivämäärä	Paino (kg)	CMJ (cm)	CMJ Huipputeho (W)	SL Triple Jump (cm)	Vertikaalhyppy (cm)	Heittokorkeus (cm)	Huomioita
2	Test		87	52	5042,5				
3	Testing 1		75	55	4681				
4	Testin 2		88	50	4060,4				
5					-2055				
6					-2055				

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Nimi	Päivämäärä	5 m sprintti	20 m sprintti	Jarrutuskyky (m)	Huomioita			
2									
3									
4									

	A	B	C	D	E	F	G
1	Nimi	Päivämäärä	Penkkipunnerrus (kg)	Bulgarialainen smith (kg)	MB Throw (m)	Huomioita	RPE
2							
3							

	A	B	C	D	E	F
1	Nimi	Päivämäärä	Heitto paikaltaan 9m (km/h)	Heitto vauhdista 9 m (km/h)	Hyppyheitto 9m (km/h)	Huomioita
2						
3						

	A	B	C	D	E
1	Nimi	Päivämäärä	Y-Balance yläraajat	Y-Balance alaraajat	Huomioita
2	Testing 123		V1=50, V2=55, V3=60 / O1=50, O2=55, O3=60		Esim. Hallinnan pettäminen yms.
3					
4					

G2 $= F2 - (2,15 * C2) - (0,741 * D2) - (0,0357 * E2) + (0,0586 * D2 * F2) + (1,03 * F2)$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Nimi	Päivämäärä	Sukupuoli (M1 ja N2)	ikä	Paino (kg)	VIFT (km/h)	VO2 max	RPE	Max/Avg HR	Huomioita
2	Test			1	28	87	22,5	56,5891	9 197/165	
3	Testing 1			1	28	88	20	47,3764		
4	Testing 2			2	25	75	21	47,8925		
5	Testing 3			2	20	70	20	42,421		
6	Testing 4			1	28	88	22	54,718		
7	Testing 4			1	28	88	22	54,718		