

**LAJISPESIFISEN VOIMAHARJOITTELUN VAIKUTUS
PESÄPALLON LYÖNTISUORITUKSEEN**

Joose Kemppainen

Pro gradu

Valmennus- ja testausoppi

Kevät 2016

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Ohjaaja: Keijo Häkkinen

TIIVISTELMÄ

Kemppainen, Joose 2016. Lajispesifisen voimaharjoittelun vaikutus pesäpallon lyöntisuoritukseen. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän Yliopisto. Valmennus- ja testausopin Pro Gradu-tutkielma 56s.

Lajispesifisen voimaharjoittelun tarkoitus on saada aikaan vastaavanlaisia ärsykeitä, mitä itse kilpailusuoritus aiheuttaa. Tarkoitus on kuormittaa ja kehittää niitä lihaksia, joita lajisuorituksessa tarvitaan. Lajispesifisestä voimaharjoittelusta pesäpallossa on tarjolla rajoitetusti tieteellistä näyttöä, minkä takia olisi tärkeää tutkia asiaa tarkemmin. Tutkimuksen tarkoitus oli vertailla kahden harjoitusprotokollan tehokkuutta lyöntisuorituksen kehittämiseen. Harjoitusprotokollasta riippuen lyöntiharjoituksissa käytettiin joko painomailaa tai tavallista pesäpallomailaa. Tutkimukseen osallistui 20 nuorta pesäpalloilijaa, joista kymmenen oli naisia ja kymmenen miehiä. Koehenkilöt suorittivat kolme lajiharjoitusta viikossa 7 viikon harjoitusjakson ajan. Tutkittavat jaettiin koeryhmään (n=10, ikä: 17.7 SD 0.45) ja kontrolliryhmään (n=10, ikä 17.7 SD 0.43). Koeryhmä suoritti lajiharjoituksensa käyttäen oman normaalin pesäpallomailan lisäksi ali- ja ylipainoisia mailoja, kun puolestaan kontrolliryhmä suoritti lajiharjoitukset käyttäen pelkästään omaa normaalia pesäpallomailaa. Lajiharjoitus sisälsi 150 pesäpallon lyöntitointoa. Koeryhmä suoritti lyönneistä $\frac{2}{3}$ painomailoilla ja $\frac{1}{3}$ tavallisella pesäpallomailalla. Painomaila lyönneistä puolet suoritettiin alipainoisella mailalla ja puolet ylipainoisella mailalla. Painomuunnellut mailat olivat painoltaan $\pm 12\%$ tutkittavan oman pesäpallomailan painosta. Kontrolliryhmä suoritti kaikki 150 lyöntiä omalla pesäpallomailalla. Ennen ja jälkeen harjoitusjaksoa tutkittavat suorittivat lyöntimittaukset, joissa mitattiin lyöntisuorituksen ajalta mailanpään liikenopeutta ja osuman jälkeistä pallon lähtönopeutta. Koeryhmän mailojen liikenopeudet paranivat alipainoisella mailalla noin 7% ($p=0.062$), normaalilla mailalla noin 10% ($p<0.01$) ja ylipainoisella mailalla noin 11% ($p<0.05$), kun puolestaan kontrolliryhmän mailojen liikenopeudet pysyivät lähes muuttumattomina. Pallojen lähtönopeudet kasvoivat molemmilla ryhmillä hieman, mutta tilastollisesti merkitsevää eroa ei kummankaan ryhmän kehityksessä ollut.

Lajispesifisenä voimaharjoittelumuotona painomailoilla harjoittelu voi lisätä mailan liikenopeutta, minkä myötä lajisuoritus voi parantua. Tulosten mukaan mailan kasvanut liikenopeus ei merkitse suoraan pallon lähtönopeuden kasvamista. Mailan liikenopeuden lisäksi pallon lähtönopeuteen vaikuttaa oleellisesti osumatarkkuus.

Avainsanat: pesäpallo, painomaila, mailan liikenopeus, pallon lähtönopeus

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	4
2	PESÄPALLON HISTORIA JA SÄÄNNÖT	6
3	PESÄPALLON OMINAISPIIRTEET JA HARJOITTELU	9
3.1	Voimaharjoittelu pesäpallossa	10
3.2	Pesäpallon fysiologiset vaatimukset	15
3.3	Motoriset taidot pesäpallossa	16
4	PESÄPALLON LYÖNTISUORITUS.....	19
4.1	Pesäpallolyönnin tekniikka	19
4.2	Pesäpallolyönnin biomekaniikka	21
4.3	Pallon lähtönopeuteen vaikuttavat tekijät	23
5	TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT	26
5.1	Tutkimuksen tarkoitus.....	26
5.2	Tutkimusongelmat	26
5.3	Hypoteesit	27
6	TUTKIMUSMENETEMÄT.....	27
6.1	Koehenkilöt.....	27
6.2	Koeasetelma	29
6.3	Harjoittelu	30
6.4	Mailan liikenopeusmittaukset	32
6.5	Pallon lähtönopeusmittaukset.....	34
6.6	Tilastollinen analyysi	34

7 TULOKSET	35
7.1 Mailan liikenopeus	35
7.2 Pallon lähtönopeus	38
8 POHDINTA	41
8.1 Muutokset mailan liikenopeudessa	41
8.2 Muutokset pallon lähtönopeudessa	44
8.3 Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet	46
8.4 Yhteenveto ja käytännön sovellukset.....	48
LÄHTEET.....	51

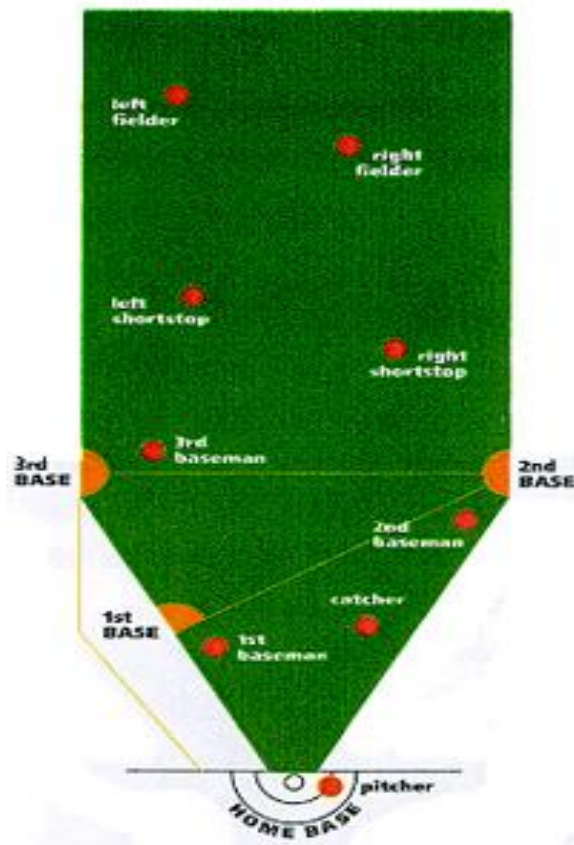
1 JOHDANTO

Tiedetään, että voimatason nouseminen on yhteydessä parantuneeseen suoritustasoon urheilukentillä useissa eri lajeissa, jopa kestävyysurheilussa (Mero ym. 2004. 251–253). Voima ja teho ovat tärkeitä osatekijöitä pesäpalloilijan lajisuorituksissa. Pesäpallossa onnistuneen lyöntisuorituksen tulee sisältää räjähtävää voimaa, suurta mailan liikenopeutta ja hyvää osumatarkkuutta (Kulmala 2006). Baker (1996) toteaa, että voimaharjoittelu voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: yleiseen, spesiaaliin ja lajinomaiseen, eli spesifiseen voimaharjoitteluun. Voiman ja tehon kehittymisen optimointiin tulisi toteuttaa näitä kaikkia kolmea voimaharjoitusmenetelmää. Yleisen- ja spesiaalisen voimaharjoittelun tarkoituksena on saavuttaa lajille vaadittava voima- ja tehotaso. Spesifisen voimaharjoittelun tarkoituksena on saada aikaan kilpailutilannetta vastaava ärsyke, jolloin voimaharjoittelu kuormittaisi samoja lihaksia kuin varsinainen lajisuoritus (Baker 1996). Spesifisen voimaharjoittelun vaikutuksesta pesäpallon lyöntisuoritukseen on julkaistu vähän tutkimuksia.

Luurankolihasista tuotetun voiman siirtäminen lyöntisuoritukseen on yhteydessä kolmen kehon segmentin integraatioon (lantio, keskivartalo ja yläruumis muodostavat kineettisen ketjun). Erityisesti alavartalossa tuotetun voiman siirtämisessä ylävartaloon urheilija tarvitsee lantion ja keskivartalon rotationaalista voimaa (Szymanski ym. 2007). Tämän takia pesäpalloilijan lajispesifisen voimaharjoittelun tulisi sisältää harjoitteita, jotka parantavat näiden muuttujien tehon- ja voimantuottokykyä. Harjoitteissa keskeisintä on, että harjoittelija pystyy suorittamaan vastaavia liikkeitä, joita itse ottelutilanteessa tapahtuu (Szymanski ym. 2007). Perusharjoittelun periaatteet ovat harjoittelun periodisointi, harjoittelusta palautuminen, harjoittelun vaihtelu, kuormitus ja spesifisyys. Harjoitteen spesifisyyttä suunnitellessa tulee ottaa huomioon lajille ominaiset liikenopeudet ja biomekaaniset muuttujat. Hyviä harjoitusmetodeja lyöntiliikkeen kehittämiseksi ovat esimerkiksi plyometrinen harjoittelu kuntopalloilla ja ali- ja ylipainoisten mailojen käyttö normaalin mailan ohessa lyöntiharjoittelussa (William & Allison 2006).

2 PESÄPALLON HISTORIA JA SÄÄNNÖT

Kansallispeleimme pesäpalloa on pelattu 1920-luvulta lähtien, jolloin pelin kehittäjä Lauri ”Tahko” Pihkala julkaisi ensimmäiset säännöt. Vuonna 1921 armeijassa aloitettiin pelaamaan pesäpalloa, koska se sisälsi paljon sotilaille hyödyllisiä taitoja, kuten heittämistä, juoksemista ja syöksymistä. Pihkalan ensimmäiset säännöt julkaistiin vuonna 1922 ja siitä lähtien pesäpalloa on pelattu yleisesti (Laitinen, 1983).



KUVA 1. Pesäpallokenttä ja pelaajien pelipaikat ulkopelissä. (Kiteen pallo-90, 2013)

Pesäpallo on muodostunut kolmesta eri kulttuurista. Vanhoista Skandinaavisista pallopeleistä pesäpalloon periytyi vertikaalinen syöttö, Amerikan baseballista Pihkala otti pesäkilvat, saadut juoksut ratkaisemaan voittajan sekä kolme paloa vuoronvaihdon merkiksi. Pihkalan oma ajatus oli muokata baseballin koppisääntöä siten, että palon sijaan lyöjä haavoittui, mistä seurasi lyöjän poistaminen etenemästä. Pihkala halusi muuttaa sääntöä, sillä hänen mielestä koppilyönnistä seurannut palo oli liian ankara tuomio lyöjälle. Sen lisäksi hän halusi rajata pelialuetta, jotta pelinopeus lisääntyisi ja joukkueiden taktinen lähestyminen peliin kasvaisi. Pelialueen rajaamisesta syntyikin iso ero Amerikan baseballiin, jos pallo meni rajojen ulkopuolelle, tuomittiin lyönti laittomaksi myös takakentältä. (Laitinen 1983.)

Peli koostuu kahdesta jaksosta, joista molemmat sisältää neljä vuoroparia. Jakson voittaa joukkue, joka pystyy saamaan enemmän juoksuja joukkueelleen neljän vuoroparin aikana. Yksi vuoropari on pelattu, kun molemmat joukkueet ovat olleet lyömässä ja kiinniottamassa kertaalleen. Tilanteessa, jossa molemmat joukkueet voittavat jakson, pelataan supervuoropari. Supervuoroparissa molemmat joukkueet käyvät lyömässä ja kiinniottamassa kerran, pelataan siis yksi vuoropari. Tilanteen ollessa tasan supervuoroparin jälkeen pelataan kotiutuslyöntikilpailu. Kotiutuslyöntikilpailussa molemmat joukkueet muodostavat viisi paria, joista toinen lyö ja toinen pyrkii etenemään kolmospesältä kotipesään. Joukkue joka onnistuu lyömään enemmän juoksuja viidestä parista voittaa ottelun. (Suomen pesäpalloliitto, 2006)

Vuoroparin aikana molemmat joukkueet käyvät vuorollaan sisä - (lyömässä) ja ulkovuorossa (kiinniottamassa). Sisävuorossa oleva joukkue pyrkii lyömään niin monta juoksua kuin mahdollista ja samalla välttämään palojen syntymistä. Pelaajalla, joka on lyöntivuorossa, on kolme yritystä lyödä palloa. Pelaajan ei ole pakko lähteä juoksemaan ensimmäisestä osumastaan kuten Amerikan baseballissa, vaan hän saa halutessaan käyttää kaikki kolme lyöntivuoroaan. Viimeistään kolmannen lyönnin jälkeen lyöjä muuttuu etenijäksi, jolloin tavoitteena on ehtiä ennen palloa pesään. Etenijä palaa, jos pallon on ennen etenijää pesässä olevalla ulkopelaajalla. Etenijän tavoite on tuoda juoksu joukkueelleen. Juoksu syntyy, kun etenijä on kiertänyt kaikkien kolmen pesän kautta takaisin kotipesään palamatta. Sisävuorossa

oleva joukkue jatkaa lyömistä niin kauan kunnes syntyy kolme paloa tai kokonaisen lyöntikierroksen aikana ei ole syntynyt vähintään kahta juoksua. Ulkovuorossa oleva joukkue pyrkii estämään sisävuorossa olevan joukkueen juoksujen syntymisen. Ulkovuorossa oleva joukkue pyrkii saamaan pallon kiinni ja toimittamaan sen pesälle ennen etenijää. Kun ulkokentällä oleva joukkue saa aikaa kolme paloa, tulee vuoronvaihto. (Suomen pesäpalloliitto, 2006)

Pesäpalloujoukkue pitää sisällään 12 pelaajaa, joista yhdeksän on kenttäpelaajia ja kolme jokeria. Jokeri voi mennä lyömään koska vain valmentaja niin haluaa, mutta yksi jokeri voi käydä lyömässä vain kerran vuoroparissa. Jokerit eivät osallistu ulkovuoroihin, vaan pelkäävät lyömiseen. Yhdeksän muuta pelaajaa osallistuvat sekä lyömiseen ja kiinniottamiseen. (Suomen Pesäpalloliitto, 2006) Eri pelipaikkojen vaatimukset poikkeavat toisistaan (kuva 1). Pelaajalta jonka pelipaikka on takakentällä, vaaditaan esimerkiksi hyvää heittokykyä, kun taas etukentällä pelaavalla, täytyy olla hyvät reaktiokyvyt saadakseen pallon kiinni (Manner, 2005).

Tämä 92-vuotias pallopeti on kasvanut yhdeksi suosituimmista pallopeteistä Suomessa. Korkeimmalla sarjatasolla pesäpallon ”Superpesis” on miehissä neljänneksi seuratuin pallopeti ja naisilla kaikkein seuratuin pallopeti Suomessa. (Yle, 2013)

3 PESÄPALLON OMINAISPIIRTEET JA HARJOITTELU

Pesäpalloilijan on oltava fyysisesti monipuolinen. Laji edellyttää urheilijalta nopeutta, räjähtävyyttä ja voimaa sekä ala- ja ylävartalosta. Myös riittävän korkea peruskestävyys on tärkeää, sillä ottelut ovat kestoltaan keskimäärin 2 tuntia 15 minuuttia. (Pitkänen 2003) Riittävän peruskestävyyden rinnalle tarvitaan myös toinen kestävyuden muoto, nopeuskestävyys, jonka painottuminen määräytyy pelin mukaisesta roolista enemmän joko maitohapolliseksi tai maitohapottomaksi. (Kuosmanen 2003)

Puhuttaessa harjoittelusta ja suorituskyvystä, on olemassa muutamia erityispiirteitä jotka tulisi muistaa koskien sukupuolta ja ikää. Miehillä on enemmän lihasmassaa kuin naisilla, erityisesti ylävartalossa. Tämä selittää pääosin, miksi miehillä on enemmän voimaa kuin naisilla (Häkkinen 1990). Raskas, hypertrofinen voimaharjoittelu kasvattaa lihasmassaa, mikä tarkoittaa että lihassolujen pinta-ala kasvaa. Sukupuolella ei ole merkitystä harjoituksen aikaansaamaan hypertrofiaan tyypin I lihassoluissa, kun taas tyypin IIa lihassoluissa miehillä lihassolun pinta-ala kasvaa merkittävästi enemmän kuin naisilla (Häkkinen ym. 1991). Sukupuolten välillä on myös eroja akuuteissa hormonaalisissa vasteissa. Hypertrofinen voimaharjoittelu vapauttaa miehillä lähes puolet enemmän kasvuhormonia kuin naisilla (Häkkinen & Pakarinen, 1995). Miesten korkeammat testosteronitasot selittävät myös miesten luonnostaan korkeammat voimatasot. Häkkinen ym. (1981) osoittavat tutkimuksessaan sukupuolella olevan myös väliä, kuinka kauan maksimivoimatasot jatkuvat kehittymistään. Tulokset osoittavat, että miehillä voimatasot kehittyvät vielä noin 12 viikkoa harjoittelun aloittamisen jälkeen, kun taas naisilla voimatasojen kehittyminen saattaa pysähtyä keskimäärin 6-8 harjoitusviikon jälkeen.

Ikä on myös yksi iso tekijä joka vaikuttaa suorituskykyyn. Murrosikä on ajanjakso, jolloin lapsi kehittyy aikuiseksi. Murrosiän aikana on tyypillistä että pituus kasvaa merkittävästi ja sukukypsyys saavutetaan. Fyysinen kasvu johtuu sukupuolihormonien ja kasvuhormonien tuotannon kasvusta. Pyrähdysmäinen kehon kasvaminen tapahtuu keskimäärin tytöillä 12-

vuotiaana ja pojilla 14-vuotiaana. Kasvanut testosteronin tuotanto on myös liitetty lihasmassan kasvamiseen. Muutokset kehon rakenteissa ja hengitys- ja verenkiertoelimistössä ovat kaikkein tärkeimpiä tekijöitä lapsen fysiologisissa muutoksissa, jotka vaikuttavat suorituskykyyn. Muutokset voi nähdä esimerkiksi maksimaalisessa hapenottokyvyssä, joka kehittyy yhtä aikaa veren volyymin ja hemoglobiinin määrän kanssa. (Mero ym. 2004)

3.1 Voimaharjoittelu pesäpallossa

Lihassoiman merkitys tämän päivän kilpa- ja huippu-urheilussa on suuri. Lähes kaikissa lajeissa voidaan todeta lisääntyneen soiman johtavan tulostason nousuun lajisuorittamisessa, myöskin kestävyyslajeissa (Mero ym. 2004). Baker (1996) toteaa, että voimaharjoittelu voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: yleiseen, spesiaaliin ja lajinomaiseen voimaharjoitteluun. Soiman ja tehon kehittymisen optimointiin, tulisi näitä kaikkia kolmea voimaharjoitus menetelmää toteuttaa. Yleinen voimaharjoittelu nostaa kokonaisvaltaisesti soimaa perinteisten harjoitteiden avulla, kuten esimerkiksi maastaveto, penkkipunnerrus ja kyykky. Spesiaalisen voimaharjoittelun tarkoitus on kehittää tehoa, kunnes soimataso on kehittynyt halutulle tasolle. Spesiaalisessa voimaharjoittelussa liikkeinä voi käyttää esimerkiksi tempausta tai rinnallevetoa, taikka ballistisia voimaharjoitteita, kuten kuntopallon heittoja ja plyometrisia harjoitteita. Lopuksi lajinomaisen voimaharjoittelun tarkoitus on aiheuttaa samanlainen harjoitus stimulus joka tapahtuu itse kilpailutilanteessa. Pesäpallon lyömiseen vastaavanlainen vaste voidaan saada aikaan käyttämällä ali- ja ylipainoisia mailoja.

Pesäpallossa soima ilmenee liikkumisessa ja lajisuorituksissa, kuten lyömisessä ja heittämisessä. Pesäpallossa lajisuoritukset ovat räjähtäviä ja lyhytkestoisia, joten tärkein soimaominaisuus on nopeussoima. Voidaankin sanoa, että voimaharjoittelulla tähdätään mahdollisimman hyvään nopeussoimakestävyyteen, jonka avulla urheilija pystyy ylläpitämään yleisen suorituskyvyn ja tehon mahdollisimman korkealla läpi ottelun (Hyttinen 2004).

Nopeusvoiman kehittyminen edellyttää ensin lajin vaatiman perusvoimatason saavuttamisen, jonka jälkeen keskitytään lajin edellyttämän tehon kehittämiseen monipuolisilla lajinomaisilla räjähtävän- ja pikavoiman harjoitteilla. Tarkoituksena on kuormittaa lihaksia, joita lajin sisäiset suoritteet rasittavat. Pesäpalloilijalle sopivia lajinomaisia plyometrisia harjoitteita voisi esimerkiksi olla erilaiset kuntopalloharjoitteet, hyppelyt, loikkasarjat sekä painopallo- ja painomailaharjoitteet (Hyttinen 2004). Kuntopalloharjoitteilla saadaan keskivartaloon aikaiseksi hyvin lajinomaisia vasteita. Harjoittelun vaikutusta ei kuitenkaan ole pesäpallossa tutkittu. Szymanski ym. (2007) osoittavat tutkimuksessaan, että high school ikäisillä baseball pelaajilla kuntopallo harjoittelulla saavutettiin merkittävästi suurempaa kehitystä keskivartalon kiertovoimaan sekä lonkan-keskivartalon- ja käsien muodostamaan kineettisen ketjun voimantuottoon verrattuna ”perinteiseen” voimaharjoitteluun. Lajinomaista voimaharjoittelua voi toteuttaa myös yli- ja alipainomailojen avulla. Harjoittelun vaikutusta ei ole tutkittu pesäpallossa. William ym. (2006) ovat todenneet tutkimuksessaan, että baseballissa painomailoilla harjoittelemalla saadaan huomattavasti parempi kehitys mailan nopeuteen verrattuna tavallisella mailalla tehtyyn harjoitteluun.

Ali- tai ylipainoisten välineiden käyttö on ollut yleistä jo vuosikymmenten ajan, esimerkiksi entisen Neuvostoliiton tutkijoiden ja fysiikkavalmentajien keskuudessa yleisurheilun parissa. Neuvostoliittolaiset muokkasivat kenttälajien välineitä, kuten moukareita, keihäitä, kuulia ja kiekkoja. Näitä eripainoisia välineitä käytettiin erityisesti lajinomaisessa nopeusvoimaharjoittelussa. Alipainoisten välineiden käytön ideana oli, että urheilijoiden kehon segmentit liikkuisivat kovemmalla nopeudella, kuitenkin vähemmällä voimantuotolla. Puolestaan ylipainoisen välineen käytön tarkoituksena oli saada hitaampi liike segmenttiin, mutta toisaalta suurempi voimantuotto lihaksesta. Alipainoisen välineen käyttö nähtiin nopeusharjoitteena ja puolestaan ylipainoisen välineen käyttö voimaharjoitteena. Neuvostoliittolaiset suosittelivat, että painomuutos normaalista välineestä tulisi olla 5-20 % sisällä normaalipainosta ja painomailoilla harjoittellessa tulisi määrän suhde olla 2:1 verrattuna normaalipainoiseen mailaan. (Vasiliev 1983)

Pesäpallosta ei ole tehty tutkimuksia painomailoilla toteutetuista lajispesifisen voimaharjoittelun vaikutuksista. Baseballissa tutkimuksia on tehty kolme, joissa on käytetty erilaisia painomailoja lajinomaisen voimaharjoittelun muotona. Jokainen tutkimus oli eripituinen ja yksi käytti erilaista harjoitusprotokollaa. Tutkimukset ovat esiteltynä alla olevassa taulukossa.

TAULUKKO 1. Painomailoilla suoritettujen harjoittelun vaikutus mailan nopeuteen. (Derenne & Szymanski, 2009)

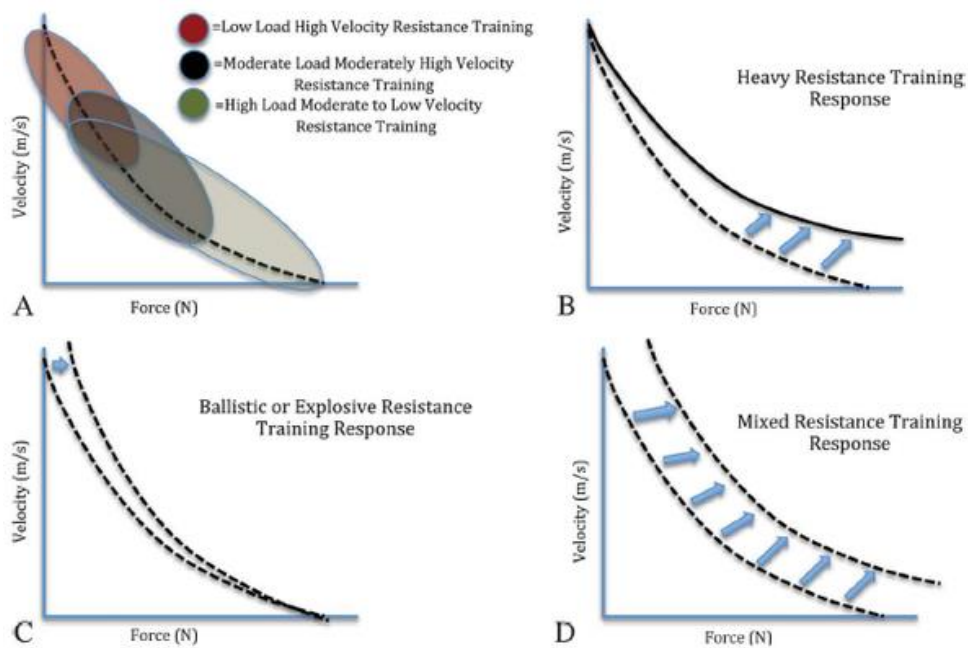
Lähde	Koehenkilöt	Kesto	Lyöntitoistojen Määrä/vko	% painoero normaalista mailasta	Tilastollisesti merkitsevä kehitys (% muutos alkutesteistä)
Derenne & Okasaki (1983)	Ex-lukiolaisia / ammattilaisia (N=10)	7	240	12	kyllä (ei saatavilla)
Sergo & Boatwright (1993)	Lukiolaisia	6	300	100	kyllä (8)
Derenne ym. (1995)	Lukiolaisia	12	600	12	kyllä (6/10)

Derenne & Okasaki (1983) löysivät tuloksistaan merkittävän kehityksen mailan liikenopeudesta. Kokeeseen osallistui 10 hengen ryhmä, joka koostui entisistä

lukiolaispelaajista ja ammattilaisbaseball pelaajista. He harjoittelivat 12 % painavammalla mailalla seitsemän viikon ajan. Toisessa tutkimuksessa Sergo & Boatwright (1993) toteuttivat kuuden viikon harjoitusjakson lukiolaispelaajilla, jotka käyttivät joko tavallisen painoista mailaa tai painomailaa, joka oli painoltaan kaksinkertainen. Tulokset osoittivat, että molemmat ryhmät paransivat tulosta merkittävästi. Ryhmien välillä ei ollut merkittävää eroa kehityksessä, vaan kontrolliryhmä joka harjoitteli tavallisen painoisella mailalla, kehitti mailan liikenopeutta 8.8 % ja painomailaryhmä 8 %. Kolmannessa tutkimuksessa Derenne ym. (1995) koehenkilöt harjoittelivat ali- ja ylipainoisen mailan lisäksi myös tavallisen painoisella mailalla samassa harjoitteessa. Lyöntiharjoitus sisälsi 150 lyöntiä, joista 100 lyötiin ali-tai ylipainoisella mailalla ja 50 normaalipainoisella mailalla. Harjoitusjakso kesti 12 viikkoa. Tulokset osoittavat, että niin sanottu ”kuivalyönti”, joka tapahtui ilman syöttöä, kehittyi 6 % ja syötön kanssa tapahtuvassa normaalissa lyönnissä 10 %. Derenne ym. (1995) tulokset viittaavat, että mailan ollessa 12 % painavampi tai kevyempi, mailan liikenopeus kasvaa merkitsevästi. Kontrolliryhmällä, joka käytti tavallisen painoista mailaa, mailan liikenopeus ei kehittynyt merkittävästi. (Derenne & Szymanski 2009)

Maksimaalinen voimantuotto on tärkeää teholajeissa, minkä takia maksimivoimaharjoittelu on tärkeää pesäpalloilijalle. Yleensä lihas pystyy tuottamaan maksimaalisen voiman 600-1000ms (Komi 1984). Baseball-lyöntiä on tutkittu ja niitä voi osittain verrata pesäpallo lyöntiin. Shaffer ym. (1993) toteaa tutkimuksessaan, että aikaa hetkestä jolloin mailan heilautus alkaa pallon osumaan kestää 180ms. Adair (2000) esittää julkaisussaan tuloksiaan joiden mukaan baseball-lyönnissä mailan heilautus kestää 150ms. Pesäpallon lyönnistä aika jolloin maila irtoaa olalta ja osuma tapahtuu palloon, voidaan pitää lähes vastaavanlaisina. Kulmala (2006) tarkastelee työssään pesäpallolyönnin liikkeiden ajoituksia alkaen 223ms ennen osumaa ja kertoo mailan heilautuksen alkavan 80ms ennen osumaa. Lyöntiliikkeen ollessa niin nopea, eivät lihakset pysty tuottamaan maksimaalista voimaa. Tämän takia voimantuottonopeus nousee suureen rooliin. Nopeusvoimaharjoittelulla pyritään kehittämään voimantuottonopeutta (Mero ym. 2004).

Räjähävä voima on myös tärkeää suunnanmuutoksissa, joita pesäpallossa tulee ulkopelissä, sekä pesiltä edetessä (Manner, 2005). Liikkeen pysäyttämisen ja painopisteen muuttaminen vaativat alaraajojen lihaksilta eksentristä voimantuottoa sekä ponnistaminen vastakkaiseen suuntaan konsentrista voimantuottoa. Optimaaliseen voimantuottoon vaikuttavat muun muassa suoritustekniikka, lihasten elastisuus sekä nivelten liikelajaus (Korsman ym. 2011).



KUVA 2. Potentiaaliset harjoitusvasteet voima-aika kuvaajaan. (Haff & Nimphius 2012)

Kuten jo edellä on mainittu, tulee voimaharjoittelun olla monipuolista. Esimerkiksi raskas voimaharjoittelu voi merkittävästi kehittää voimantuottokykyä ja maksimivoimaa. Puolestaan ballistinen ja räjähtävän voimanharjoitteet kehittävät voimantuotto nopeutta. Koska tietynlainen voimaharjoittelu kehittää osaa kokonaisuudesta, voidaan yhdisteltyä voimaharjoittelua suositella, jos tavoitteena on voimantuoton maksimin ja nopeuden kehittämisen maksimointi (kuva 2) (Haff & Nimphius 2012).

3.2 Pesäpallon fysiologiset vaatimukset

Pesäpallon luonne on muuttunut vuosien saatossa ja kuten muutkin lajit, on pesäpallon kehitys nostanut sen vaatimustasoa urheilijoilta. Nykyisen selkeän roolituksen ja aggressiivisemmän ulkopelin myötä peruskestävyyden rinnalle tärkeään rooliin on noussut nopeuskestävyys (Kuosmanen 2003). Roolista riippuen nopeuskestävyys vaihtelee pääosin maitohapollisen ja maitohapottoman välillä. Pitkänen (2003) esittelee työssään tutkimuksia koskien pesäpallon kuormittavuutta. Tulosten perusteella etenijän roolissa olevilla pelaajilla veren laktaattipitoisuudet ylittävät selvästi 4mmol/l rajan. 4mmol/l rajan rikkoutumista voidaan pitää anaerobisen kynnyksen ylittämisenä joidenkin epäsuorien testimenetelmien perusteella (Mero ym. 2004). 4mmol/l rajan ylittyessä laktaatti alkaa vaikuttamaan heikentävästi taitoa vaativiin suorituksiin, esimerkiksi lyömiseen ja kiinniottamiseen. Myös syketiheys nousi etenijöillä reilusti yli 170krt/min, joka tukee anaerobisen kynnyksen ylittymistä (Pitkänen 2003).

Etenijän edetessä aluksi energiantuotto tapahtuu pääosin välittömienenergianlähteiden adenosiinitrifosfaatin (ATP) ja fosfokreatiinin (FK) avulla. (Ahlqvist 2004) Välittömien energianlähteiden merkitys korostuu alle 10 sekunnin maksimisuorituksissa, jonka jälkeen energiantuotto tapahtuu rasituksen mukaan pääosin aerobisesti hapen avulla tai anaerobisesti ilman happea (Mero ym. 2004). Ahlqvist (2004) esittelee tutkimuksessaan tuloksia liittyen lajin rasittavuuteen. Tuloksissa sisäpelin aikana otettujen laktaattinäytteiden keskiarvoksi saatiin 9.4 (± 4,1) mmol / l ja ulkopelin aikana otettujen laktaattinäytteiden keskiarvoksi saatiin 6.1 (± 3,6) mmol / l. Tulosten pohjalta voidaan sanoa, että anaerobinen energiantuotto on merkittävässä roolissa pesäpallossa. Huomioitavaa on niin kuin useissa joukkuelajeissa, että erot ovat suuret pelaajan roolista riippuen. (Ahlqvist, 2004).

Vaikka pesäpallo vaatii urheilijaltaan anaerobista energiantuotantoa ja nopeuskestävyyttä, ei peruskestävyyttä sovi unohtaa. Valtaosa energiantuotannosta tapahtuu kuitenkin hapellisen energiantuoton kautta. Pitkänen (2003) tarkasteli tutkimuksessaan otteluiden kestoa ja tulosten mukaan pesäpallo-ottelu kestää keskimäärin 2 tuntia 15 minuuttia. MTV 3

julkaiseman artikkelin ” Pesäpalloilijoiden juoksumatkoista yllättävää mittaustietoa” (2013) mukaan juoksumatkat pesäpallo-ottelussa ovat keskimäärin 7-8 kilometriä. Enimmillään pelaajan juoksumatkaksi kertyi ottelun aikana 10,5 kilometriä. Mittausvälineenä käytettiin Adidaksen kiihtyvyyteen perustuvaa anturimittausta.

3.3 Motoriset taidot pesäpallossa

Motoriset taidot voidaan jakaa karkea- ja hienomotorisiin taitoihin. Karkeamotoriset liikkeet perustuvat isojen lihasten tai kokonaisten lihasryhmien liikkeisiin. Tämän tapaisessa liikkeessä suorituksen tarkkuudella ei ole loppu tuloksessa suurta roolia verrattuna joihinkin hienomotorisiin taitoihin. Pallon heittäminen niin kauas kuin mahdollista on yksi hyvä esimerkki karkeamotorisesta taidosta. Muita karkeamotorisia taitoja on esimerkiksi käveleminen, juokseminen ja hyppääminen.(Jaakkola, 2010)

Hienomotoriset taidot vaativat puolestaan sujuvaa yhteistyötä pienten lihasten ja lihasryhmien välillä. Hienomotorisille taidoille ominaista on hyvä silmä-käsi-koordinaatiota ja korkeaa tarkkuutta suorituksessa. Hyviä esimerkkejä hienomotorisista taidoista voisi olla pianon soitto, kirjoittaminen ja piirtäminen. (Jaakkola, 2010)

Teoreettisesti voidaan sanoa, että edellä mainitut esimerkit ovat taitojen ääriesimerkit. Käytännön tasolla on kuitenkin selvää, että on olemassa myös lukuisia taitoja, jotka täyttävät näiden molempien taitojen ominaisuuksia. (Magill 2007, 9; Singer 1980, 13). Jaakkolan (2010, 48) mukaan edellä mainitut taidot eivät ole toisiaan poissulkevia tekijöitä, vaan taidot voidaan mieltää jatkumoksi, jossa karkea- ja hienomotoriikka edustavat sen päitä. Esimerkiksi baseball -syöttö on pääosin karkeamotorinen taito, mutta onnistunut suoritus vaatii kuitenkin suurta tarkkuutta. Ratkaisevassa osassa on silmä-käsi-koordinaatio ja myöskin sormien ja ranteen pienten lihasten työtä tarvitaan kierteen aikaansaamiseksi. (Magill 1980, 18.) Olennaista jaottelussa karkea- ja hienomotorisiin taitoihin on osattava tulkita tarkasti sellaisia tekijöitä kuten voima, tarkkuus ja ajoitus. Tärkeä on ymmärtää, että monien taitojen kirjossa asiat eivät ole aina mustavalkoisia. (Singer 1980, 13.)

Motorisia taitoja voidaan tarkastella myös ympäristön mukaan joko avoimina tai suljettuina taitoina. Avoimille taidoille yhteistä on niiden suorittaminen ympäristössä, joka ei ole ennalta arvattavaa ja se on luonteeltaan muuttuvaa. Avoimia taitoja voi olla esimerkiksi erilaisten pallopelien pelaaminen. Suljetut taidot suoritetaan puolestaan ympäristössä joka on vakaa ja ennalta arvattavissa. Hyviä esimerkkejä suljetusta ympäristöstä on jousiammunta paikallaan olevaan maaliin ja golf pallon lyöminen tiiltä. (Magill 2007, 10–11) Pesäpallossa lyöminen voi tuntua suljetulta taidolta, mutta varsinkin pelitilanteessa se täyttää monta avoimen taidon tunnuspiirrettä. Huotari (2015) nostaa työssään esille esimerkiksi sisäpelaajan lyöntiin vaikuttavan ulkopelaajien muuttuvat paikat, vallitsevat olosuhteet, vastustajan henkiset ominaisuudet; niin sanotun heikoimman lenkin löytäminen ja olennaisesti ottelun taktinen tilanne. Uuden lyönnin opettelussa aluksi harjoittelu voi muistuttaa suljettua taitoa ympäristön puolesta, mutta mitä lähemmäksi pelitilannetta lähestytään, voidaan alkaa puhua avoimesta taidosta.

Fitts & Posner (1967) jakavat motorisen taidon oppimisen vaiheet kolmeen osaan: kognitiivinen vaihe, assosiaatiovaihe ja automaatiovaihe. Oppimisprosessin ensimmäistä vaihetta kutsutaan kognitiiviseksi vaiheeksi, jossa oppija miettii eri strategioita, jotta haluttu tavoite voitaisiin saavuttaa. (Kauranen 2011, 307–308.) Oppija pyrkii luomaan tehtävästä mielikuvan, jonka avulla hän pystyy hahmottamaan tehtävän kokonaisuudessaan. Tälle vaiheelle ominaista on kokeilun ja suoritusten suuri määrä, vaikka ne ovatkin usein vaihtelevia. (Jaakkola 2010, 104.)

Toisessa eli assosiaatiovaiheessa strategiset ja kognitiiviset ongelmat ovat pääosin ratkaistu ja oppija on tietoinen, kuinka motorinen tehtävä tulisi suorittaa. Suoritukset varmentuvat, huomio alkaa pikku hiljaa kiinnittyä tarkemmin yksityiskohtiin ja liikettä osataan kehittää saadun palautteen perusteella. Liikettä harjoitellaan jopa ensimmäistä vaihetta intensiivisemmin, joten toistomäärät kasvavat entisestään. (Jaakkola 2010, 106–110)

Viimeisessä vaiheessa suorittaminen toimii autonomisesti eli oppija on kehittänyt suoritukselle motorisen ohjelman. Oppija on lähellä motorisen suorituskyvyn ylärajaa, joten

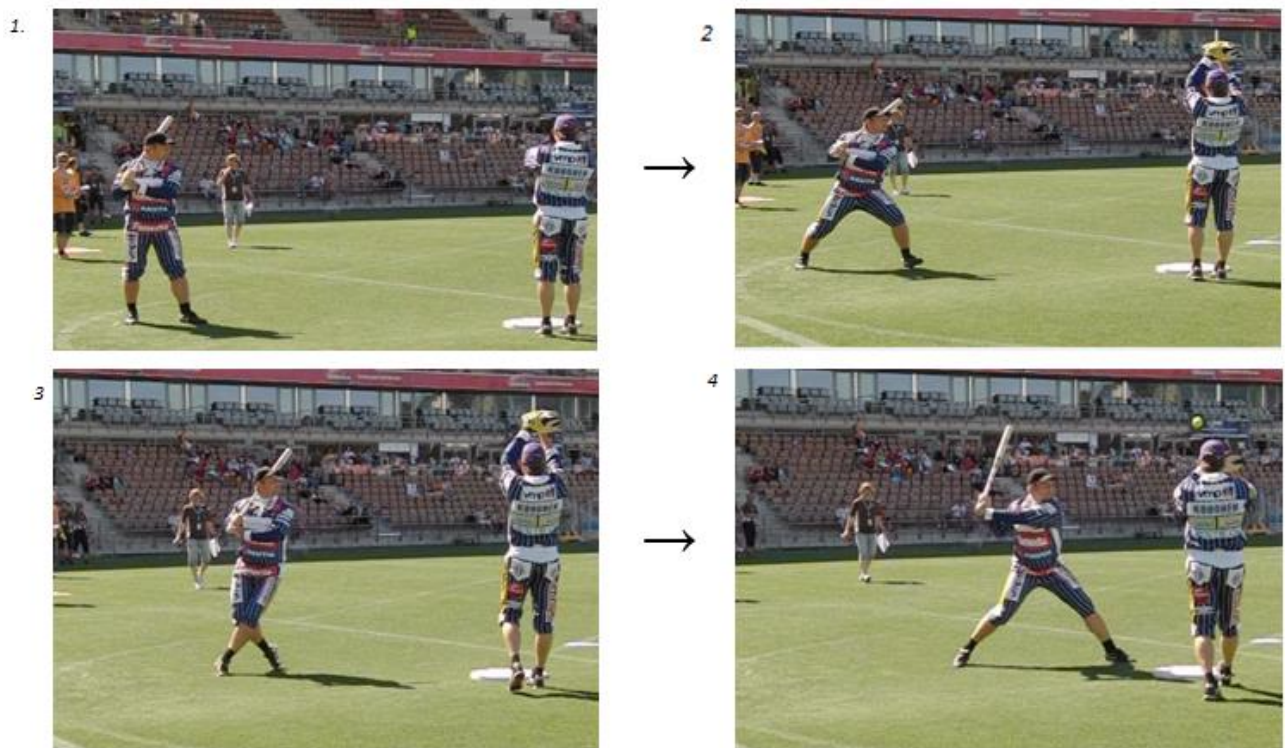
edistyminen on hidasta. Pelkkä suoritusten runsas toistomäärä ei takaa liikkeen automatisoitumista, vaan harjoittelun tulee olla laadukasta ja yksilöllistä. (Jaakkola 2010, 106–110) Vaikka oppimisen vaiheet jaetaan kolmeksi eri vaiheeksi, voidaan niitä pitää jatkumona. Raja vaiheiden välillä ei ole selvä, vaan siirtyminen tapahtuu vähitellen. (Jaakkola 2010, 103.)

4 PESÄPALLON LYÖNTISUORITUS

Pesäpallon lyöntiliike on vaativa liikesarja, jota on tutkittu vähän. Oleellisin muuttuja onnistuneen lyönnin saavuttamiseksi on osumatarkkuus palloon. osuman lisäksi oleellinen tekijä lyönnin kovuuteen on mailan nopeus osumakohdassa. Lyönnin tärkein vaihe on lyöntikierto, jonka aikana lyöjä pyrkii siirtämään vauhdin horisontaalisen nopeuden oikea-aikaiseksi kiertonopeudeksi joka jatkuu käsien kautta mailan kulmanopeudeksi (Kulmala 2006).

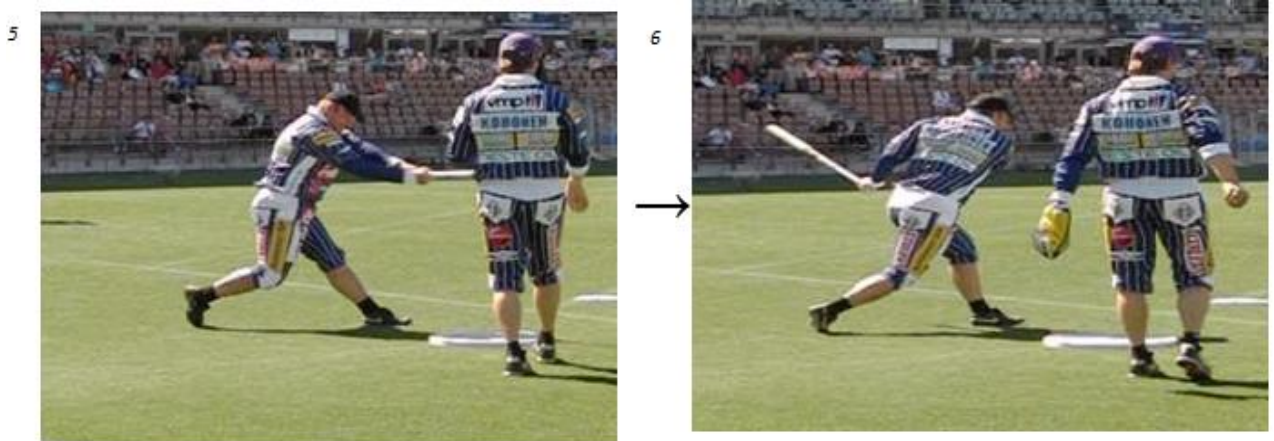
4.1 Pesäpallolyönnin tekniikka

Lyöntisuoritus alkaa kolmen askeleen vauhdilla. Alkuasennossa lyöjä pitää mailaansa rennosti olkapäällään ja on sijoittunut osittain selkä kiinniottajia kohti. Takaapäin katsottuna vasemmalta puolelta lyövällä pelaajalla käsien ote mailasta on yleensä sellainen, että vasen käsi on oikean alapuolella. Alkuasennossa jalat ovat yleensä hartioiden leveydellä toisissaan. Oleellista vauhdissa on, että se on rytmikäs ja loppua kohti kiihtyvä. Ensimmäinen askel on nimeltään rytmiaskel. Rytmiaskel otetaan etummaisella jalalla eteenpäin. Ensimmäinen askel on melko lyhyt ja sen avulla säädellään lyönnin suuntaa ja sovitetaan vauhti mahdollisimman hyväksi syötön mukaan. Toinen askel on nimeltään ristiaskel. Ristiaskel otetaan takimmaisella jalalla etujalan ohi takaa, jolloin jalat menevät ristiin. Kolmas ja viimeinen askel on nimeltään lyöntiaskel. Lyöntiaskel otetaan taas etummaisella jalalla sopivan etäisyyden päähän syöttölautasesta. (kuva 3) Etäisyydessä on isoja yksilöllisiä eroja (Piirainen, 1999).



KUVA 3. Lyöntiliikkeen eri vaiheet. 1) Alkuasento 2) Rytmiaskel 3) Ristiaskel 4) Lyöntiaskel
Lähde: PPV ry

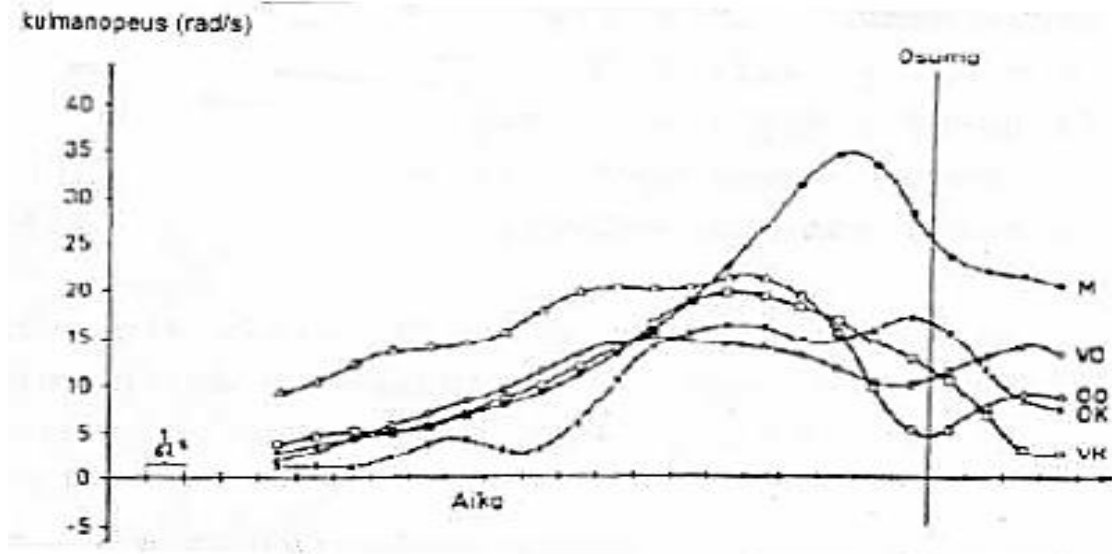
Lyönnin tärkeimmäksi vaiheeksi voi nimetä lyöntikierron. Varsinaisesti lyöntikierto alkaa viimeisen lyöntiaskeleen aikana voimakkaasta vastakierrosta, jolloin hartialinja kiertyy lyöntisuuntaan nähden vastakkaiseen suuntaan painon ollessa takimmaisella jalalla. Tukijalan tullessa maahan lantio alkaa kiertymään eteenpäin, minkä jälkeen koko vartalo ja hartiat alkaa kiertymään voimakkaasti lyöntisuuntaa kohti. Tukijalan tullessa maahan alkaa käsien kiertyminen alakäden olkavarsi edellä mailan pysyessä vielä takana (kuva 3, kohta 4). Kyynärpäiden ja ranteiden ojentuminen alkaa hieman ennen palloon osumishetkeä. Samalla maila alkaa ojentumaan takaa käsien jatkoksi. Mailan osuessa palloon tulisi käsien olla ojennettuna täysin suoriksi ja mailan tulisi olla käsien jatkona hartialinjan korkeudella (kuva 4, kohta 5). Pallon osumisen jälkeen seuraa saattovaihe. Saattovaiheen aikana mailan liikerata jatkuu vartalon takapuolelle. Lyöjän painipiste siirtyy tukijalan yli etupuolelle (kuva 4, kohta 6). (Piirainen 1999).



KUVA 4. Lyöntiliikkeen eri vaiheet. 5) Osumakohta 6) Saattovaihe Lähde: PPV ry

4.2 Pesäpallolyönnin biomekaniikka

Lyöntiliikkeen aikana tukijalan törmäysvoiman sekä kehon liike-energian siirtyminen alavartalosta aina mailan päähän asti voidaan nähdä kineettisenä ketjuna, jossa kiertomomentit siirtyvät lyöjää pitkin alhaalta ylöspäin. Lyöntikierron kineettisessä ketjussa liike-energia siirtyy ensimmäisenä lonkasta hartioihin, siitä käsiin ja lopulta mailaan. Kun alemman segmentin liike hidastuu, niin ylemmän segmentin liike kiihtyy ja energia siirtyy ketjussa eteenpäin. (Welch ym. 1995) Liike-energian siirtymistä segmentistä toiseen pesäpallolyönnin aikana on selvitetty Luhtasen (1984) tekemässä tutkimuksessa. Tuloksista huomataan, että vasemmalta puolelta lyötäessä ylävartalosta aluksi dominoivia ovat olkavarsien, etenkin oikean olkavarren liike. Kun olkavarren kulmanopeus hidastuu, oikean kyynärvarren kulmanopeus kasvaa. (kuva 5).



KUVA 5. Pesäpallomailan sekä kyynär- ja olkavarsien kulmanopeudet lyöntisuorituksen aikana (M=maila, OO= oikea olkavarsi, VO= vasen olkavarsi, OK= oikea kyynärvarsi ja VK= vasen kyynärvarsi) (Luhtanen 1984)

Samankaltaisia tuloksia ovat saaneet myös Welch ym. (1995), jotka tutkivat baseball-lyönnissä tapahtuvia liikenopeuksien eroja. Tulosten mukaan tukijalan osuessa maahan, ensimmäisenä tapahtuu lantion kierron maksimaalinen nopeus, minkä jälkeen maksimaalinen nopeus siirtyy hartioihin ja siitä käsiin. Lopulta maksimaalinen nopeus siirtyy käsien kautta mailaan. Welch ym. (1995) kuvailevat kineettistä ketjua isoksi segmenttien keskuksiksi, joka kuljettaa liike-energiaa viereiseen pienempään segmenttiin.

Pesäpallo lyönnin aikaisesta lihasaktiivisuudesta ei ole julkaistu tutkimuksia. Shaffer ym. (1993) tutki pinta-EMG-elektrodien avulla lihasaktiivisuutta baseball lyönnin eri vaiheiden

aikana. Tutkimuksessa havaittiin, että suorituksen aikana korkea lihasaktiivisuus siirtyy jaloista vartalon alaosiin ja lopulta ylävartaloon sekä käsiin. Huomattavan korkeaa aktiivisuutta havaittiin keskivartalon lihaksissa. Tulosten perusteella voidaan todeta, että selkä- ja vatsalihaksilla on tärkeä rooli kineettisen energian siirtämisessä alavartalosta ylöspäin sekä koko vartalon stabiloimisessa lyönnin aikana (taulukko 2). (Shaffer ym. 1993)

TAULUKKO 2. Lihasaktiivisuus prosentteina suhteessa lihaksen maksimaaliseen voimantuottoon baseball lyönnin eri vaiheissa (Shaffer ym.1993)

Muscle	Phase					
	Wind-Up	Swing				Follow Through
		Pre	Early	Middle	Late	
Semimembranosus	46 ± 30	157 ± 68	90 ± 62	69 ± 45	59 ± 59	39 ± 59
Biceps femoris	44 ± 36	154 ± 76	100 ± 71	57 ± 47	43 ± 40	31 ± 23
Gluteus maximus	25 ± 19	132 ± 53	125 ± 45	65 ± 37	45 ± 40	26 ± 31
Vastis medialis						
Obliques	26 ± 16	63 ± 47	85 ± 52	107 ± 47	97 ± 32	78 ± 30
Posterior deltoid	17 ± 14	101 ± 91	88 ± 37	82 ± 45	76 ± 40	26 ± 25
Triceps	25 ± 17	46 ± 39	92 ± 50	73 ± 35	38 ± 28	23 ± 14
Supraspinatus	13 ± 14	32 ± 18	28 ± 20	32 ± 24	32 ± 25	25 ± 21
Serratus anterior	18 ± 10	33 ± 28	32 ± 24	39 ± 32	39 ± 32	21 ± 15
Erector spinae						
(lead)	24 ± 17	94 ± 38	171 ± 93	136 ± 78	98 ± 78	58 ± 48
Erector spinar						
(trail)	24 ± 15	127 ± 34	176 ± 89	131 ± 66	85 ± 55	68 ± 69
Abdominal obliques						
(lead)	22 ± 15	109 ± 82	132 ± 92	108 ± 77	101 ± 53	101 ± 51
Abdominal obliques						
(trail)	30 ± 24	142 ± 70	168 ± 116	129 ± 63	132 ± 91	134 ± 71

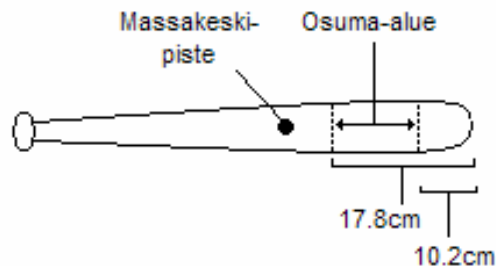
Mean ± standard deviation
Numbers are in percentage MMT (maximum muscle test)

4.3 Pallon lähtönopeuteen vaikuttavat tekijät

Osuman jälkeiseen pallon lähtönopeuteen vaikuttavia tekijöitä ovat mailan liikenopeus, osuman tarkkuus, hitausmomentit, elastisuus ja otteen puristusvoima osumahetkellä. (Luhtanen 1984)

Kun tarkoituksena on saada mahdollisimman suuri lähtönopeus pallolle, tulee mailan liikenopeus olla mahdollisimman suuri. Mailan lineaarinen nopeus riippuu mailan kulmanopeudesta sekä mailan kiertoradan säteestä, joka koostuu käsien ja mailan yhteispituudesta. Kiertoradan säteen maksimoimiseksi tulisivat kädet olla ojennettuja suoraksi ja mailan osoitettava käsin suuntaisesti osuma hetkellä. Tämän jälkeen ainoa keino kasvattaa mailan lineaarista nopeutta on nostaa kulmanopeutta. (Luhtanen 1984)

Toinen merkittävä pallon lähtönopeuteen vaikuttava tekijä mailan nopeuden rinnalla on lyönnin osumatarkkuus. Optimaalisen osuman saamiseksi ja pallon lähtönopeuden maksimoimiseksi pallon tulisi osua mailan poikittaissuunnassa keskelle mailaa ja pituussuunnassa mailan osuma-alueelle. Osuma-alueen sijainti voi vaihdella mailojen välillä. Crisco ym. (2002) tutkivat tietynlaisen baseball-mailan eri ominaisuuksia. Tulosten mukaan kyseisessä mailassa osuma-alue on mailan distaalaisesta päästä mitattuna 10,2–17,8cm (kuva 6). Osuman osuessa osuma-alueen ulkopuolelle, pallon lähtönopeus laskee keskimäärin 4,5 m/s jokaista 2,5cm kohden. (Crisco ym. 2002)



KUVA 6. Baseball-mailan optimaalinen osuma-alue (Crisco ym. 2002)

Yksi oleellinen tekijä, joka vaikuttaa pallon lähtönopeuteen on mailan hitausmomentti. Mailan hitausmomentti koostuu mailan oman massasta, pituudesta, painopisteen paikasta ja käsien sijainnista. Kun hitausmomentti on matalampi, on mailan maksimaalinen nopeus korkeampi. (Luhtanen 1984) Otteen puristusvoiman merkitystä ei ole tutkittu pesäpallolla ja sen merkitys pallon lähtönopeuteen on hieman epäselvä. Weyrich ym. (1989) osoittivat

tuloksissaan, että baseball lyönnissä tiukka puristusote kasvattaa pallon lähtönopeutta enemmän verrattuna löysään otteeseen.

5 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESEIT

5.1 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla kahden harjoitusprotokollan tehokkuutta lyöntisuorituksen kehittämiseen. Lyöntiharjoitukset suoritettiin harjoitteluryhmästä riippuen joko painomailalla tai tavallisella pesäpallomailalla 7 viikon ajan ja tarkoitus oli selvittää onko protokollien välillä eroja pesäpallon lajiominaisuuden kehittämisen kannalta.

5.2 Tutkimusongelmat

1. Onko harjoitusryhmien välillä eroa mailan liikenopeuden kehityksessä pallon osumahetkellä?
2. Onko harjoitusryhmien välillä eroa pallon lähtönopeuden kehityksessä?

5.3 Hypoteesit

1. Koeryhmä tulee lisäämään mailan liikenopeutta tilastollisesti merkitsevästi. Tutkimuksissa mailan liikenopeus on parantunut painomailaharjoittelulla tilastollisesti merkitsevästi (Derenne & Okasaki 1983; Sergo & Boatwright 1993; Derenne ym. 1995). Tutkimustulokset viittaavat, että mailan ollessa 12 % normaalista mailan painosta, mailan liikenopeus kasvaa tilastollisesti merkittävimmin (Derenne & Szymanski 2009)

2. Koeryhmä tulee lisäämään pallon lähtönopeutta tilastollisesti merkitsevästi. Aikaisemmat painomailaharjoittelu tutkimukset eivät ole tarkastelleet pallon lähtönopeuden kehitystä. Oletettavaa kuitenkin on, että koeryhmän pallon lähtönopeus kasvaa mailan liikenopeuden kasvun myötä.

6 TUTKIMUSMENETELMÄT

6.1 Koehenkilöt

Koehenkilöt olivat Vuokatti-Ruka urheiluakatemiaan alla toimivan Sotkamon urheilulukion pesäpallo opiskelijoita. Yhteensä tutkimukseen osallistui 20 koehenkilöä, joista kymmenen oli miehiä ja kymmenen naisia. Iältään koehenkilöt olivat 17 – 18 vuotiaita. Pituudeltaan he olivat $172.7\text{cm} \pm 10.10\text{cm}$ ja painoltaan $71.9\text{kg} \pm 10.7\text{kg}$. Koehenkilöt jaettiin kahteen harjoitteluryhmään, painomaila-ryhmään ja tavallisella pesäpallomailalla harjoittelevaan ryhmään. Ryhmät jaettiin sattumanvaraisesti kuitenkin siten, että molemmissa ryhmissä oli viisi miestä ja viisi naista. Jatkossa koeryhmällä tarkoitetaan painomaila-ryhmää ja kontrolliryhmällä tarkoitetaan tavallisella pesäpallomailalla harjoittelevia. Tarkemmat tiedot koehenkilöistä ryhmittäin löytyy alla olevasta taulukosta (taulukko 3). Koehenkilöistä kaksi joutui jättämään tutkimuksen kesken sairastumisten myötä, joten lopullisissa tuloksissa käsitellään 18 henkilön tuloksia.

TAULUKKO 3. Koehenkilöiden pituus, paino, BMI (Body Mass Index) ja ikä. Tulokset eritelty harjoitteluryhmittäin; Koeryhmä (painomaila) ja kontrolliryhmä (tavallinen maila).

koehenkilöt	Pituus (cm)		Paino (kg)		BMI		Ikä	
Harjoitteluryhmä	Koe	Kontrolli	Koe	Kontrolli	Koe	Kontrolli	Koe	Kontrolli
Keskiarvo	177.7	168.2	76.3	68.1	24	23.9	17.7	17.7
Keskihajonta \pm	6.8	10.5	7.4	11.6	0.7	1.4	0.5	0.4
Min	163	153	62	55	23.1	21.9	17	17
Max	185	182	85	88	25.0	26.6	18	18

Koehenkilöiltä selvitettiin lisäksi heidän harjoitustaustansa ja nykyistä liikunta-aktiivisuutta. Koehenkilöt olivat harrastaneet pesäpalloa keskimäärin 10.3 ± 2 vuotta seuratoiminnassa.

Koehenkilöiden viikoittainen liikunta-aktiivisuus oli $10.6 \pm 1,7$ tuntia, joista pesäpalloa oli 5.7 ± 0.8 tuntia ja muuta liikuntaa 4.9 ± 1.7 tuntia. Yleisimpiä muita liikunta muotoja olivat telinevoimistelu, kuntosali, juokseminen ja sulkapallo. Kuntosaliharjoittelu oli ryhmillä samanlaista. Voimaharjoittelu oli kesto-voimaharjoittelua, joka tapahtui oman kehon painolla tai kevyellä lisäpainolla. Ryhmäkohtaista tietoa harjoittelusta löytyy alla olevasta taulukosta (taulukko 4).

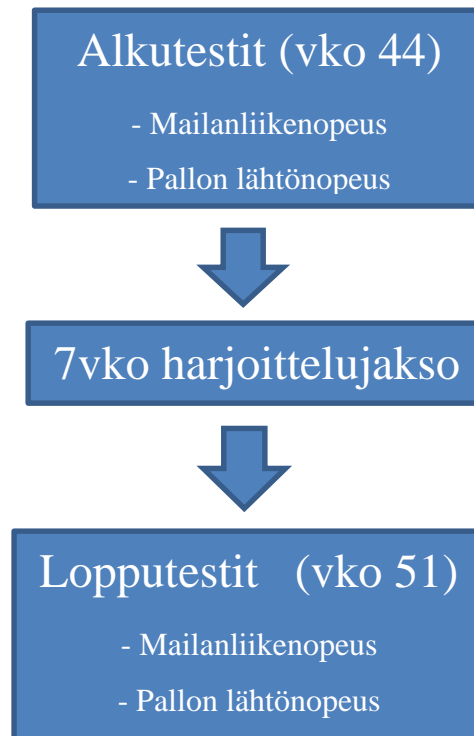
TAULUKKO 4. Koehenkilöiden liikuntatottumukset. Liikunnan harrastamisen kerta määrät viikossa ja vuodet harrastajana seuratoiminnassa. Tulokset eritelty harjoitteluryhmittäin; Koeryhmä (painomaila) ja kontrolliryhmä (tavallinen maila).

koehenkilöt	Liikuntaa vko:ssa		Pesäpalloa vko:ssa		Muuta liikuntaa vko:ssa		Vuodet pesäpalloa	
	Koe	Kontrolli	Koe	Kontrolli	Koe	Kontrolli	Koe	Kontrolli
Keskiarvo	10.9	10.4	6.4	5.1	4.4	5.3	9.3	11.1
Keskihajonta \pm	1.6	1.7	0.5	0.3	1.7	1.6	1.8	1.7
Min	9	8	6	5	3	3	8	8
Max	14	13	7	6	8	7	13	14

Tiedote tutkimuksesta ja siihen liittyvistä asioista esiteltiin koehenkilöille noin kuukausi ennen tutkimuksen alkua. Tiedotteessa oli tietoa esimerkiksi tutkimuksen tarkoituksesta, tutkimukseen osallistuvista henkilöistä, tutkimuksen sisällöstä sekä sen mahdollisista hyödyistä ja haitoista. Esittelyn yhteydessä koehenkilöille jaettiin myös suostumuslomake ja esitietolomake, joka oli tarkoitus käydä läpi ja palauttaa samalla tai sähköisesti ennen tutkimuksen alkua. Jokaiselle koehenkilölle tehtiin selväksi, että osallistuminen tutkimukseen on täysin vapaaehtoista. Koehenkilöiden valmentajat oli pyydetty esittelemään tutkimusta jo etukäteen herättääkseen kiinnostusta ja mahdollisia kysymyksiä tutkimukseen liittyen. Tutkimus sai Jyväskylän yliopiston eettisen toimikunnalta puoltavan lausunnon. Ennen tutkimuksen alkua koehenkilöt täyttivät terveystietokyselyn koskien heidän tuntemuksiaan omasta terveydentilasta, sekä heiltä rekisteröitiin lepo-EKG, joiden perusteella tutkimusryhmän vastuulääkäri tulkitsi koehenkilöt kyvykkäiksi osallistua tutkimukseen.

6.2 Koeasetelma

Tutkimus oli interventiotutkimus, jossa vertailtiin kahta erilaista harjoitusprotokollaa: painomaila harjoittelua ja tavallisella mailalla harjoittelua, sekä niiden yhteyttä mailan liikenopeuden ja pallon lähtönopeuden mahdolliseen kehitykseen. Koehenkilöt jaettiin koeryhmään ja kontrolliryhmään, siten että molemmissa ryhmissä oli 10 koehenkilöä, 5 poikaa ja 5 tyttöä. Tutkimus ajoittui lokakuusta joulukuuhun ulottuvalle ajanjaksolle vuonna 2014. Mittaukset ja harjoittelu toteutettiin Vuokatin urheiluopiston tiloissa Vuokatti hallissa ja Snowpoliksella. Alkutestit suoritettiin viikolla 44, jota seurasi 7 viikon harjoitusjakso. Lopputestit suoritettiin viikolla 51. Tutkimusasetelma oli suunniteltu siten, että testin kesto oli jokaiselle koehenkilölle samanlainen.



KUVA 7. Tutkimuksen testit ja harjoitusjakso.

6.3 Harjoittelu

Molemmat ryhmät harjoittelivat vastaavilla harjoitusohjelmilla. Ainoana erona harjoittelussa oli lajiharjoittelussa käytetyn mailan paino. Tutkimuksessa käytettiin Karhun valmistamia pesäpallotuotteita. Koeryhmä harjoitteli kolmella eri painoisella mailalla; 12 % kevyemmällä alipainomailalla, tavallisella mailalla ja 12 % ylipainomailalla. Ali - ja normaalipainoiset mailat löytyivät valmistajalta, mutta ylipainoiset mailat saatiin lisäämällä urheiluteippiä mailan ympärille siten, että haluttu paino saavutettiin. Teippiä lisättiin mailaan koko matkalle, jotta mailan painopiste pysyisi alkuperäisenä. Kontrolliryhmä käytti pelkästään normaali painoista mailaa. Lajiharjoittelu suoritettiin kolme kertaa viikossa. Lajiharjoittelun lisäksi koehenkilöt tekivät 2 voimaharjoittelua viikossa. Voimaharjoittelu oli oman kehon painolla tai kevyellä lisäpainolla suoritettua kesto voimaharjoittelua ja se oli molemmille ryhmille samanlaista.

TAULUKKO 5. Harjoitusjakson rakenne ja yhden lajiharjoituksen sisältö.

Harjoitusjakso (vko)	Koeryhmä (toistot/harjoitus)	Kontrolliryhmä (toistot/harjoitus)
1 jakso: (1-2)	150 yhteensä 100 painomailalla 50 tavallinen mailalla	150 yhteensä 150 tavallinen maila
2 jakso: (3-5)	150 yhteensä 100 painomailalla 50 tavallinen mailalla	150 yhteensä 150 tavallinen maila
3 jakso: (6-7)	150 yhteensä 50 painomailalla 100 tavallinen mailalla	150 yhteensä 150 tavallinen maila

Kokonaisharjoittelu jakso jaettiin kolmeen lyhempään jaksoon, harjoitusviikot 1-2, 3-5 ja 6-7. Harjoitus viikoilla 1-5 koeryhmän lyöntiharjoitus sisälsi 150 lyöntiä, joista 100 tehtiin painomailoilla ja 50 tavallisella mailalla. Painomailoilla tehty harjoittelu jakautui vielä siten, että 50 niistä tehtiin alipainoisella mailalla ja 50 ylipainoisella mailalla. Harjoitusviikoilla 6-7 koeryhmä löi 50 lyöntiä painomailoilla, jolloin 25 lyöntiä tapahtui alipainoisella mailalla ja 25 lyöntiä ylipainoisella mailalla. (taulukko 5). Tarkennettuna painomailalla lyötyjen lyöntien osuus oli viikoilla 1-5 $\frac{2}{3}$ kokonaisuudesta ja viikoilla 6-7 $\frac{1}{3}$ kokonaisuudesta. Kontrolliryhmän kokonaistoistomäärät ovat samat, mutta kaikki lyönnit tapahtuvat normaalipainoisella mailalla.

Lajiharjoittelun volyyymi pysyi kokonaisuudessaan samanlaisena harjoitusjakson ajan, mutta harjoittelun intensiteettiä pyrittiin nostamaan lisäämällä ylipainomailan painoa harjoitusjakson edetessä (taulukko 6). 2 harjoitusjakso (viikot 3-5) toimi kokonaisuudessaan intensiteetin noston ajankohtana. 2 harjoitusjakson alussa ylipainomailaan lisättiin 20g painoa ja samoin tehtiin 2 harjoitusjakson puolessa välin. Yhteensä painoa lisättiin 40g, jotka poistettiin viimeisille kahdelle (viikot 6-7) harjoitusviikolle. Viimeiset viikot harjoiteltiin alkuperäisellä ylipainomailan painolla.

TAULUKKO 6. Esimerkki mailanpainon muutoksista 600g mailasta.

Harjoitusjakso (VKO)	Alipainomaila	Normaali maila	Ylipainomaila
1 jakso: (1-2)	530g	600g	670g
2 jakso: (3-5)	530g	600g	690g / 710g
3 jakso: (6-7)	530g	600g	670g

6.4 Mailan liikenopeusmittaukset

Mailan liikenopeusmittaukset suoritettiin Vuokatti hallissa. Koehenkilöt suorittivat satunnaisessa järjestyksessä lyöntimittaukset, joissa jokainen koehenkilö löi vähintään kolme onnistunutta suoritusta alipainoisella mailalla, normaali painoisella mailalla ja ylipainoisella mailalla. Onnistuneen lyönnin tuli osua määritetylle osuma-alueelle suoraan ilmassa (kuva 8). Lyöntipiste oli seitsemän metrin etäisyydellä verkosta, mihin osuma-alue oli määritetty. Leveydeltään osuma-alue oli viisi metriä ja korkeudeltaan neljä metriä.



KUVA 8. Lyöntitestin osuma-alue korostettu punaisella neliöllä. Osuma-alueen leveys viisi metriä ja korkeus neljä metriä.

Mailan liikenopeuden tallentamiseen käytettiin neljää Viconin T40S-kameraa (Vicon, Oxford,UK) Kamerat oli asetettu tasaisin välimatkoin lyöjän vastakkaiselle puolelle neljän metrin etäisyydelle lyöntipaikasta (kuva 9). Suoritukset kerättiin tietokoneelle Vicon Nexus 1.7.1 - ohjelmalla (Vicon, Oxford, UK).

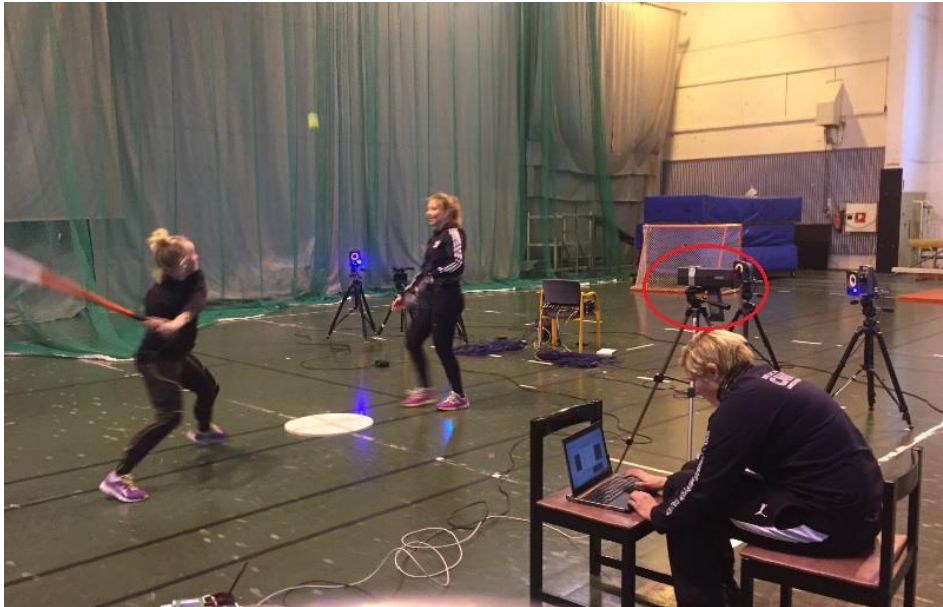


KUVA 9. Neljä Viconin T40S-kameraa lyöjän vastakkaisella puolella. Etäisyys lyöntipisteeseen neljä metriä.

Mailan päähän teipattiin heijastinteipin avulla yksi iso markkeri, jonka kamerat pystyivät tunnistamaan. Lukkaria ohjeistettiin väistämään suoraan pois päin syöttölaudasta, jotta kamerat pystyisivät tunnistamaan mailanpään koko liikeradan matkalta. Lyöjää ohjeistettiin suuntaamaan lyöntinsä ennalta ohjeistettuun osuma-alueeseen.

6.5 Pallon lähtönopeusmittaukset

Pallon lähtönopeuden määrittämiseen käytettiin Stalker AT5-tutkaa (Stalker Sport Radar). Tutka asetettiin tukijalan yläasentoon, noin 1.2 metrin korkeuteen ja se sijoitettiin suoraan lyöntipaikan taakse, osoittamaan lyöntisuuntaan. Etäisyyttä lyöntipaikkaan tutkasta oli kolme metriä. Tutka kalibroitiin ennen jokaista koehenkilöä. Lyönnistä mitattiin pallon lähtönopeus.



KUVA 10. Tutkan sijainti mittaustilanteessa.

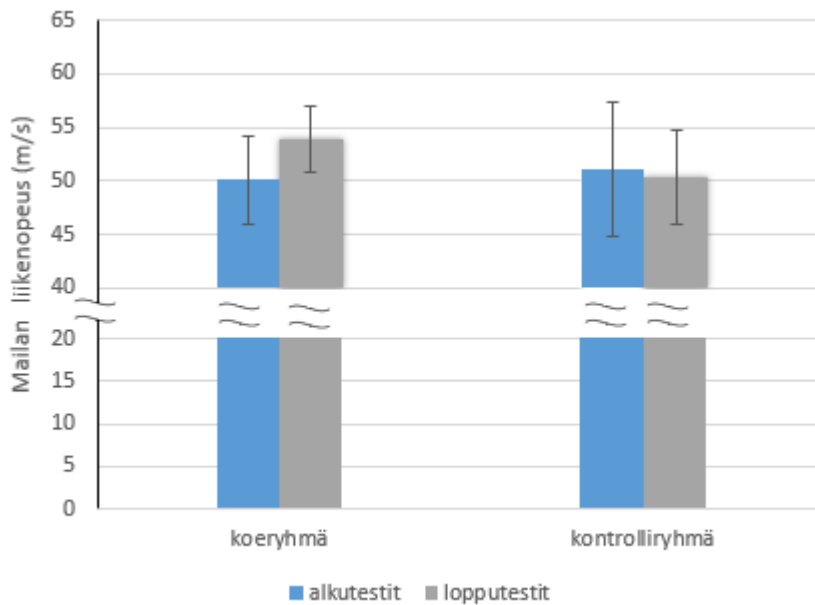
6.6 Tilastollinen analyysi

Tuloksien keskiarvojen ja keskihajontojen laskemiseen käytettiin Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) – ohjelmaa. Tilastollisia analyysejä varten käytettiin IBM SPSS statistics 22.0 – ohjelmaa. Merkitsevyyksien määrittämiseen testien välillä käytettiin yksisuuntaista toistettujen mittausten varianssianalyysiä (ANOVA). Tulokset olivat tilastollisesti merkitseviä kun $*p < 0.05$ tai $**p < 0,01$.

7 TULOKSET

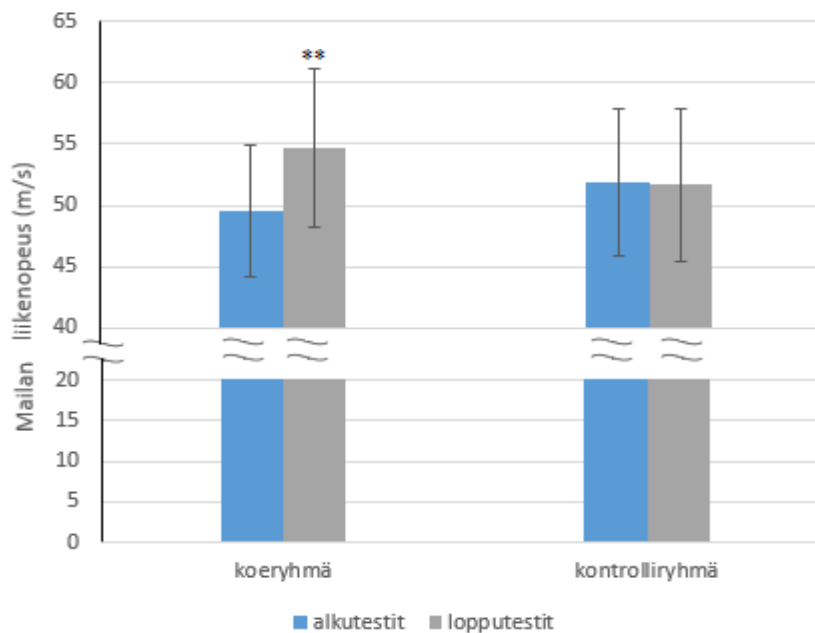
7.1 Mailan liikenopeus

Alipainoisella mailalla lyödessä alkumittauksissa ei ryhmien välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa mailan liikenopeudessa (kuva 11). Loppumittauksissa kontrolliryhmän mailan liikenopeus pysyi lähes ennallaan, kun taas koeryhmän mailan liikenopeus parani keskiarvoksi tullessa 53.98m/s, minkä johdosta kehitystä mailan liikenopeuteen syntyi keskimäärin noin 7 %. Ryhmien välinen ero kehityksessä oli lähes tilastollisesti merkitsevä ($p=0.062$).



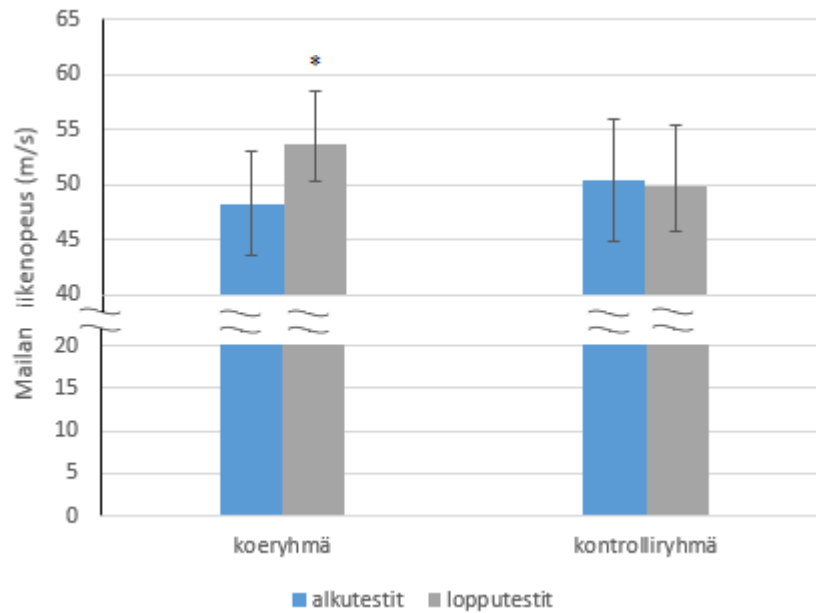
KUVA 11. Alipainoisen mailan liikenopeuden kehitys alku- ja lopputestien välillä.

Normaalipainoisella mailalla lyödessä kontrolliryhmän mailan liikenopeus oli alkutesteissä kovempi kuin koeryhmällä (kuva 12). Harjoitusjakson aikana kontrolliryhmän mailan liikenopeudessa ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, kun taas koeryhmälle mailan liikenopeudessa tapahtui tilastollisesti merkitsevä muutos ($p < 0,01$). Koeryhmän mailan liikenopeudeksi kasvoi alkutestien 49.60 m/s noin 10 %, kun lopputestien mailan liikenopeuden keskiarvoksi tuli 54.7 m/s.



KUVA 12. Normaalipainoisen mailan liikenopeuden kehitys alku- ja lopputestien välillä.

** $P < 0,01$

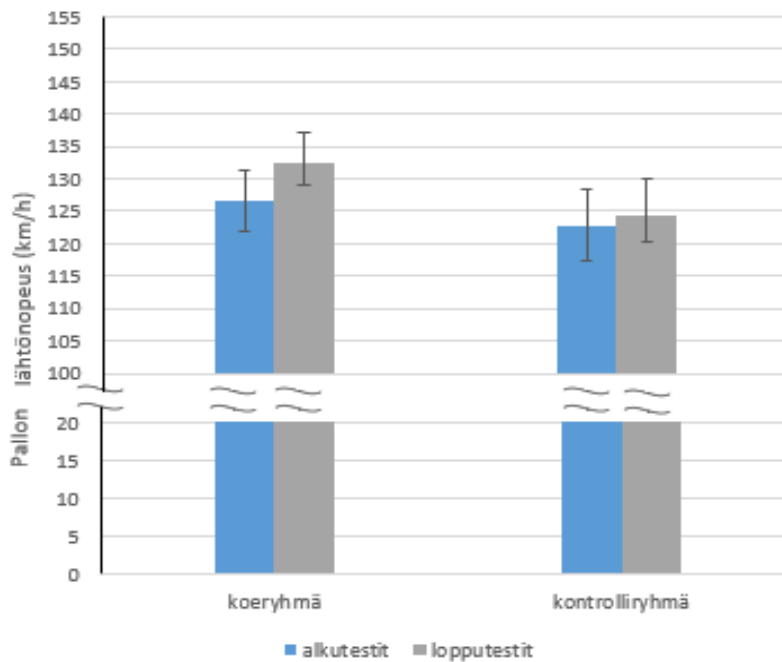


KUVA 13. Ylipainoisen mailan liikenopeuden kehitys alku- ja lopputestien välillä. * $P < 0,05$

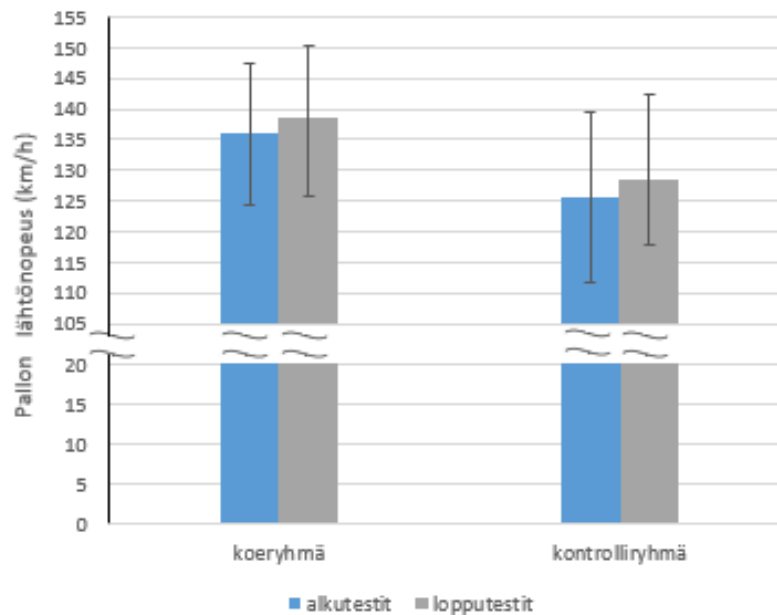
Ylipainoisella mailalla lyödessä alkumittauksissa oli vastaavanlainen asetelma, kuin muidenkin mailojen kohdalla (kuva 13). Kontrolliryhmän keskiarvo mailan liikenopeudessa oli hieman enemmän kuin koeryhmällä. Harjoitusjakson jälkeen tehdyissä lopputesteissä kontrolliryhmän mailan liikenopeus oli jälleen pysynyt lähes muuttumattomana. Painomailoilla harjoitelleella koeryhmällä kehitystä oli tapahtunut tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$). Mailan liikenopeus oli kasvanut alkutestien 48.3 m/s noin 11 %, kun lopputestien tulokseksi muodostui 53.7 m/s.

7.2 Pallon lähtönopeus

Pallon lähtönopeudet mitattiin kaikilla kolmella eri mailalla lyöden. Alipainoisella mailalla lyödessä kontrolliryhmän pallon lähtönopeus oli hieman hitaampi kuin koeryhmällä (kuva 14). Harjoitusjakson jälkeisissä loppumittauksissa kummankaan ryhmän pallon lähtönopeudet eivät olleet muuttuneet tilastollisesti merkitsevästi. Koeryhmän pallon lähtönopeus oli kasvanut keskimäärin 5.7 km/h, mutta se ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

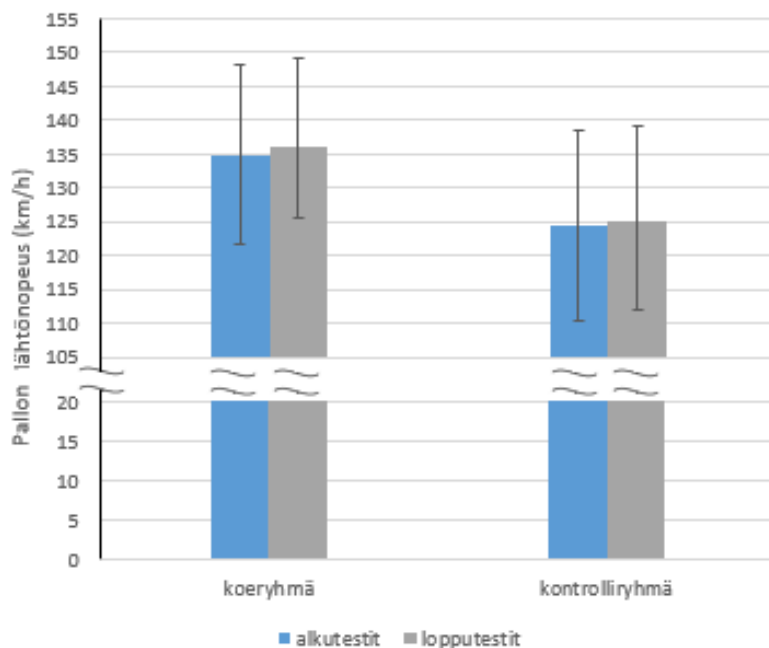


KUVA 14. Pallon lähtönopeus alku- ja lopputesteissä alipainoisella mailalla lyöden.



KUVA 15. Pallon lähtönopeus alku- ja lopputesteissä normaalipainoisella mailalla lyöden.

Normaali painoisella mailalla lyödessä pallon lähtönopeudet kasvoivat molemmilla ryhmillä verrattuna alipainoisella mailalla suoritettuihin lyönteihin (kuva 15). Asetelma ryhmien välillä oli vastaavanlainen kuin alipainoisella mailalla lyödessä. Kontrolliryhmän pallon lähtönopeudet olivat hitaampia kuin koeryhmän. Molempien ryhmien pallon lähtönopeuden kehitys oli vastaavanlaista, eikä kummankaan ryhmän pallon lähtönopeus muuttunut tilastollisesti merkitsevästi. Kontrolliryhmälle kehitystä pallon lähtönopeuteen tuli keskimäärin 2.8 km/h ja koeryhmälle puolestaan keskimäärin 2.6 km/h.



KUVA 16. Pallon lähtönopeus alku- ja lopputesteissä ylipainoisella mailalla lyöden.

Pallon lähtönopeuden kehitys noudatti samanlaista kaavaa ylipainoisella mailalla lyödessä, kuin muillakin mailoilla suoritetuissa lyönneissä (kuva 16). Kontrolliryhmän pallon lähtönopeus alkutesteissä oli hitaampi kuin koeryhmällä. Lopputestien tulokset osoittavat, että pallon lähtönopeudet pysyivät lähestulkoon ennallaan, eikä kummankaan ryhmän kehityksessä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Kontrolliryhmän pallon lähtönopeus oli lopputesteissä keskimäärin 125.0 km/h ja koeryhmällä 136.0 km/h.

8 POHDINTA

Tutkimuksen tarkoitus oli vertailla kahden harjoitusprotokollan tehokkuutta lyöntisuorituksen kehittämiseen. Harjoitusprotokollasta riippuen lyöntiharjoituksissa käytettiin joko painomailaa tai tavallista pesäpallomailaa seitsemän viikon harjoitusjakson ajan ja tarkoitus oli selvittää onko harjoitusprotokollien välillä eroja tarkasteltaessa mailan liikenopeuden ja pallon lähtönopeuden kehitystä. Painomailoilla harjoitellut ryhmä harjoitteli 12 % kevyemmällä alipainomailalla, normaalipainoisella mailalla ja 12 % painavammalla ylipainomailalla. Kontrolliryhmä toteutti vastaavanlaisen harjoitusjakson, mutta lyönneissä käytettiin pelkästään tavallisen painoista mailaa. Lyöntiharjoituksia tehtiin kolme viikossa ja yksi lyöntiharjoitus sisälsi 150 lyöntiä. Tutkimustulokset osoittavat, että koeryhmän mailojen liikenopeudet paranivat alipainoisella mailalla noin 7 %, normaalilla mailalla noin 10 % ($p < 0.01$) ja ylipainoisella mailalla noin 11 % ($p < 0.05$), kun puolestaan kontrolliryhmän mailojen liikenopeudet pysyivät lähes muuttumattomina. Pallojen lähtönopeudet kasvoivat molemmilla ryhmillä hieman, mutta tilastollisesti merkitsevää eroa kummankaan ryhmän kehityksessä ei tapahtunut.

8.1 Muutokset mailan liikenopeudessa

Mailan liikenopeuksien muutoksia mitattiin molemmilta ryhmiltä alipainoisella-, normaali painoisella ja ylipainoisella mailalla. Tulosten mukaan koeryhmällä, joka harjoitteli painomailoilla, mailan liikenopeus parani normaali - ja ylipainoisella mailalla tilastollisesti merkitsevästi. Puolestaan kontrolliryhmällä mailanliikenopeudet pysyivät lähes muuttumattomana harjoitusjakson jälkeen. Alipainoisella mailalla lyödessä kehitys ($p = 0.062$) ei ollut aivan tilastollisesti merkittävä ($p < 0,05$), mutta eroa kehityksessä ryhmien välille kuitenkin oli. Tavallisella mailalla ja ylipainoisella mailalla lyödessä erot kuitenkin olivat tilastollisesti merkitsevät ($p < 0.01$ ja $p < 0.05$). Merkitsevin ero syntyi lyödessä tavallisella mailalla, mikä onkin lajitaitojen kannalta kaikkein oleellista. Kehitystä alkutesteistä lopputestiin mailan liikenopeudessa tuli noin 10 %.

Kehitys mailan liikenopeudessa on vastaavanlaista tutkimustulosten kanssa, joita on saatu baseballin parista. Derenne ym. (1995) tutkivat painomailaharjoittelun vaikutusta mailan liikenopeuteen. Tutkimuksessa painomuunnelmat olivat ± 12 % normaali mailan painosta. Harjoittelua toteutettiin niin sanotusti ”kuivaharjoitteluna” ja pelinomaisena normaalina lyöntiharjoitteena. Kuivaharjoittelu ryhmä löi normaalisti, mutta ilman palloa ja syöttäjää, kun taas pelinomaisesti harjoitellut ryhmä löi normaalisti pallon ja syöttäjän kanssa. Kuivaharjoitteluna harjoitellut ryhmä paransi mailan liikenopeutta 6 % ja pelinomaisesti harjoitellut ryhmä 10 %.

Mailan liikenopeuden kehitystä on myös tutkittu painavammillakin painomailoilla. Sergio & Boatwright (1993) saivat tutkimuksessaan merkittävää kehitystä mailan liikenopeuteen sekä painomailaryhmillä, että tavallisella mailalla lyöneellä kontrolliryhmällä. Koehenkilöt jaettiin kolmeen ryhmään; ylipainoisella mailalla lyöviin, yli- ja alipainoisella mailoilla lyöviin ja tavallisella mailalla lyöviin kontrolliryhmään. Ylipainomaila oli 100 % painavampi kuin tavallinen maila. Ryhmillä kehitystä mailan liikenopeuteen syntyi 8 – 8.8 %, eikä ryhmien välille muodostunut tilastollisesti merkittäviä eroja. Tulosten mukaan pelaaja, joka suorittaa kolme lyöntiharjoitusta viikossa joka sisältää 100 toistoa minkä painoisella mailalla tahansa 6 viikon ajan, kehittää mailan liikenopeutta.

Derenne ym. (1995) osoittivat tuloksissaan ettei kontrolliryhmällä, joka harjoitteli tavallisen painoisella mailalla, tullut tilastollisesti merkitsevää kehitystä mailan liikenopeuteen. Vastaavanlaisesti tässä tutkimuksessa kontrolliryhmän mailan liikenopeus pysyi lähestulkoon muuttumattomana. He myös nostavat esille huolen, kuinka 100 % painavammalla mailalla suoritettu lyönti voi muuttaa lyönnin mekaniikkaa. Ebben & Hartz (2006) toteavat artikkelissaan, että painomailaharjoittelu näyttää olevan kuitenkin kaikkein tehokkainta, kun mailan paino on lähellä todellista. Tutkimusten pohjalta 12 % painon muuntamisella saavutetaan suurin kehitys mailan liikenopeuteen.

Ali- ja ylipainomailoilla harjoittelua voidaan teoreettisella tasolla nähdä samanlaisena, kuin nopeusharjoittelussa käytettyjä vastus- ja ylimaksimi harjoitusmetodeja (Ebben & Hartz,

2006). Nopeusharjoittelussa vastusharjoittelussa pakotetaan juoksijaa tuottamaan enemmän voimaa kuin normaalissa juoksussa. Erityisesti tällä harjoituksella pyritään kehittämään lähtö- ja kiihdytys vaihetta. Ylimaksimi juoksussa juoksija pakotetaan nopeampaan jalkatyöskentelyyn vähentämällä kontaktiaikaa ja nostamalla askelfrekvenssiä. (Jeffreys 2013) Szymanski (2006) pohtii artikkelissaan mahdolliseksi kehityksen syyksi sen, että painomailaharjoittelu korostaa lihasten supistumisnopeutta, voimantuottoa ja elastisen energian hyödyntämistä. Ebben & Hartz, (2006) Korostavat vastaavien tulosten pohjalta, että alipainomaila harjoittelu vaikuttaa enemmän hermostollisen puolen adaptoitumisena ja sitä kautta syttymisfrekvenssin ja supistumisnopeuden kasvamisena. Ylipainomailalla harjoittelu vaikuttaa puolestaan enemmän lihassolutasolla voimantuoton lisäämisenä, rekrytoimalla enemmän motorisia yksiköitä. Guyton & hall (2001, 76) kertovat voiman lisääntymisen tapahtuvan yleisesti joko rekrytoimalla lisää motorisia yksiköitä ja/tai lisäämällä jo rekrytoitujen motoristen yksiköiden syttymistiheyttä. Koehenkilöt suorittivat lajispesifisen voimaharjoittelun lisäksi kaksi kestovoimaharjoittelua viikossa. Kestovoimaharjoittelu tapahtui kuntopiirimaisesti oman kehon painolla tai kevyellä lisäpainolla. Voimaharjoittelu oli samanlaista molemmilla ryhmillä ja on hyvin todennäköistä, että sillä ei ole ollut oleellista vaikutusta mailan liikenopeuden kehitykseen.

Fysiologisten muutosten lisäksi ryhmien välistä eroa lopputesteissä voi selittää koeryhmän oppimisella lyömään eri painoisilla mailoilla. Kontrolliryhmä pääsi lyömään ali- ja ylipainoisella mailalla pelkästään mittaustilanteissa, kun taas koeryhmälle mailat tulivat tutuksi harjoitusjakson aikana. Varsinkin tytöillä oppimisella saattoi olla suurempi merkitys, sillä alipainoinen maila oli 2,5 cm lyhempi kuin normaali painoinen maila. Tämä johtui siitä, ettei tarpeeksi kevyttä mailaa löytynyt valmistajalta kuin junioreille suunnatuista lyhemmistä mailoista.

Mailan liikenopeudet olivat suurempia verrattuna saman ikäisille koehenkilöille tehtyihin tutkimuksiin baseballin parissa (Weimer ym. 2007, Hughes ym. 2004). Baseball-tutkimuksissa mailan liikenopeudet vaihtelivat 30–35 m/s. Puolestaan tässä tutkimuksessa mailan liikenopeudet olivat tavallisella mailalla keskimäärin 50–55 m/s. Baseball- ja

pesäpallomailojen fyysisten erojen lisäksi on huomioitava mittausvälineet, joilla tulokset on tallennettu. Esimerkiksi Huhges ym. (2004) mittasivat mailan liikenopeutta sensorien avulla, joiden etäisyys oli noin 10cm. Ajanotto alkoi mailan ohittaessa ensimmäisen sensorin ja pysähtyi mailan ohittaessa toisen sensorin. Ajanoton avulla määritettiin mailan liikenopeus. Weimer ym. (2007) tutkimuksessa käytettiin vastaavanlaista menetelmää, mutta sensorien välimatka oli 50cm. Tässä tutkimuksessa käytetyt Vicon T40S-kamerat pystyvät tallentamaan mailan liikenopeuden 0.001 sekunnin tarkkuudella. Tutkimuksen tulosten mukaan mailan liikenopeus hidastuu huomattavasti osumahetken jälkeen ja jos liikenopeutta tallennetaan osuman jälkeiseltä ajalta, se voi vääristää todellista nopeutta. Vicon kameroiden mahdollistama nopeuden tarkkailu tuhannesosan tarkkuudella voi olla yksi syy korkeampiin mailan liikenopeuden tuloksiin verrattuna aikaisempiin tutkimuksiin.

8.2 Muutokset pallon lähtönopeudessa

Pallon lähtönopeudet mitattiin lyönneistä, joissa oli suurin mailan liikenopeus. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että kummankaan ryhmän kehityksessä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa pallon lähtönopeuden suhteen. Kuten Luhtanen (1984) toteaa, pallon lähtönopeuteen vaikuttaa mailan liikenopeuden lisäksi osuman tarkkuus, hitausmomentit, elastisuus ja otteen puristusvoima. Crisco ym. (2002) toteaa, että mailan liikenopeuden ohella toinen merkittävä lähtönopeuteen vaikuttava tekijä on pallon osumakohta. Toisin sanoen, pelkän mailan liikenopeuden kasvattaminen ei merkitse suoraan pallon lähtönopeuden kasvamista. Vaikka tulokset osoittavat, että mailan liikenopeuden kasvaminen ei johda suoraan pallon lähtönopeuden paranemiseen, ei se tarkoita sitä, ettei siitä voisi olla hyötyä. Mittaustilanteessa koehenkilöt saattavat kokea hieman jännitystä ja sitä kautta epävarmuutta. Jännittäminen voi vaikuttaa puolestaan enemmän osuma tarkkuuteen kuin mailan liikenopeuteen ja sitä kautta näkyä näissä tuloksissa. Mailojen elastisuudella ei ole merkitystä tutkimuksen tuloksissa, sillä jokainen koehenkilö käytti saman valmistajan Karhu pesiksen pesäpallomailoja.

Mailan liikenopeuden ja pallon lähtönopeuden välillä ei tulosten mukaan ollut suoraa korrelaatiota. Yksilölliset erot olivat suuria, esimerkiksi koehenkilöllä jonka mailan

liikenopeus kasvoi liki kymmenen prosenttia, saattoi pallon lähtönopeus tippua alkutesteistä. Puolestaan eräällä koehenkilöllä mailan liikenopeus pysyi muuttumattomana, mutta pallon lähtönopeus kasvoi lähes kahdeksan prosenttia. Koehenkilöillä joilla oli hitaampi pallon lähtönopeus alkutesteissä, ei myöskään ollut havaittavissa suurempaa kehitystä lopputesteissä. Kehitykset pallon lähtönopeudessa olivat hyvin yksilöllisiä eikä harjoitusryhmällä näyttänyt olevan vaikutusta kehitykseen seitsemän viikon harjoitusjakson aikana.

Huomioitavaa on myös, että ennen harjoitusjaksoa koehenkilöt eivät olleet tehneet lajiharjoittelua koko syksynä, joten erot esimerkiksi osumatarkkuudessa saattoivat olla yksilöllisellä tasolla suuria. Harjoitusjakson aikana toistomäärät olivat suhteellisen suuria ja mahdolliset erot osumatarkkuuksissa saattoivat kaventua koehenkilöiden välillä. Tätä väitettä tukee lopputesteissä huonoimman ja parhaimman lyönnin pallon lähtönopeuksien välisten erojen olleen keskimäärin pienempiä kuin alkutesteissä.

Baseballissa tehdyissä painomaila tutkimuksissa tulokset keskittyvät pallon lähtönopeuden sijaan mailan liikenopeuksiin. Pallon lähtönopeuteen vaikuttaa mailan liikenopeuden lisäksi monta muutakin asiaa, esimerkiksi osumatarkkuus palloon (Kulmala 2006). Vaikka mailan liikenopeus on osumatarkkuuden kanssa oleelliset tekijät, ei ominaisuuden kehittyminen yksinään tarkoita pallon lähtönopeuden kasvamista. Painovälineellä harjoittelun vaikutusta pallon lähtönopeuteen on käytetty esimerkiksi baseball heitossa (Derenne ym. 1994). Heittämisen osalta yhteys painovälineellä harjoitteluun ja pallon lähtönopeuteen on selkeämpi, koska pallon lähtönopeuteen vaikuttavia tekijöitä on vähemmän kuin lyöntisuorituksessa.

Painomuunneltujen välineiden vaikutusta neurofysiologisiin mekanismeihin, joiden myötä liikkeen suoritusnopeus kasvaa, ei vielä täysin ymmärretä. Tiedetään, että nopeat lihassolut voivat tuottaa neljä kertaa suuremman voimantuotto maksimin (Faulkner ym. 1986), joten yhdeksi vaihtoehdoksi edellä mainittujen fysiologisten muutosten lisäksi on ehdotettu, että

spesifit nopeat liikesuoritukset voisivat rekrytoida ja aktivoida enemmän näitä korkeamman kynnsarvon omaavia nopeita lihassoluja (Derenne & Szymanski, 2009).

Tulokset osoittavat, että ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa pallon lähtönopeuden kehityksessä, vaikkakin mailan liikenopeudessa ero löytyi. Kehitys oli molemmilla ryhmillä normaali ja ylipainoisella mailalla 1-3 km/h, mutta alipainoisella mailalla koeryhmä kehittyi 5.75 km/h. Fysiologisen kehityksen lisäksi eroon voi vaikuttaa mailan fyysinen ero. Kuten edellä on jo maininnut, tyttöjen alipainoiset mailat olivat 2.5cm lyhempiä, kuin tavalliset ja ylipainoiset mailat johtuen markkinoilla olevista vaihtoehtoista. Koeryhmän harjoittelujakson tuoma kokemus lyödä lyhemmällä mailalla saattoi hyödyntää lyöntisuoritusta ja olivat tämän takia ”taitavampia” siinä itse koetilanteessakin.

8.3 Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet

Lähtökohtana tutkimukselle oli saada tuotettua tutkittua tietoa pesäpallosta, koska aikaisempia tutkimuksia on tarjolla vähän. Harjoittelun suunnittelussa pesäpallossa on täytynyt tukeutua pitkälti muiden lajien parista tehtyihin tutkimuksiin, joiden avulla on pyritty muokkaamaan mahdollisimman hyvin tietoutta pesäpallo-näkökulmasta katsottuna. Lajispesifisen harjoittelun osalta, tietoa muista lajeista voi olla vaikea liittää omaan lajiin ja siitä syystä lajispesifinen harjoittelu tutkimusaiheena oli aiheellinen. Pesäpallossa lajispesifisenä voimaharjoitus metodina käytetään paljon kuntopalloja sekä hyvin eri painoisia painomailoja ja moukareita. Tutkimuksen tulokset pystyvät antamaan lisätietoa harjoittelun optimointiin.

Tutkimuksen yksi vahvuus on ehdottomasti koehenkilöiden laatu. Vuokatti-Rukan urheiluakatemia on ollut pitkään isossa roolissa tuottamassa pesäpalloilijoita pääsarjatasolle. Urheilijat kuuluvat myös usein jo juniorivuosina ikäluokkiensa huippuihin, eikä heitä ole helppo saada kootusti koehenkilöiksi tutkimukseen. Urheiluakatemian omien valmentajien alla harjoittelu on ollut jo useamman vuoden ajan koehenkilöillä vastaavanlaista ja harjoitus määrässä ei ole isoja eroja. Tämän ansioista lähtökohta tutkimukselle on hyvä ja luotettava.

Koehenkilöiden taso oli laadukas, mutta luotettavuuden ja yleistettävyyden puolesta koehenkilöiden määrä olisi voinut olla vielä suurempi. Koehenkilöitä oli loppujen lopuksi 18, koeryhmässä 8 ja kontrolliryhmässä 10. Kaksi koehenkilöä (yksi mies ja yksi nainen) joutui keskeyttämään tutkimuksen loukkaantumisten takia. Kumpikaan loukkaantuminen ei ollut liitoksissa pesäpalloon tai kyseiseen tutkimukseen. Koehenkilöiden määrää rajoitti yksinkertaisesti opiskelijoiden määrä. Tarkoituksena oli ottaa tutkimukseen opiskelijoita, jotka ovat saavuttaneet jo puberteetin, joten varmuuden vuoksi iän alarajaksi muodostui 17 vuotta. Käytännössä tämä tarkoitti lukiolaisista kolmannen vuosikurssin opiskelijoita ja vanhimpia toisella vuosikurssilla olevia. Koehenkilöiden lisäksi tarpeeksi vanhoja koehenkilöitä ei ollut enempää tarjolla.

Vähäiset tutkimukset pesäpallon parista ovat samalla työn vahvuus ja heikkous. Vähäiset tutkimukset korostavat tutkimuksen tarvetta, mutta samalla se pakottaa kirjallisuuden tuoman tuen ja pohjan viemistä toisiin lajeihin. Viittaukset kirjallisuudesta ovat pitkälti baseballin parissa tehdyistä tutkimuksista. Lajeissa on paljon toisiaan muistuttavia piirteitä ja ominaisuuksia, mutta niiden toisiinsa vertaamiseen tulee silti suhtautua varauksella. Lyönnin biomekaniikasta viittaukset baseballista toimii lähinnä suuntaa antavina, eikä niitä voi verrata täysin luotettavasti toisiinsa. Pesäpallon lyönnissä suurimmat erot ovat vauhti ja suunta mistä syöttö tulee. Toki samat lihasryhmät ovat keskeisessä roolissa molempien lajien lyönnissä ja sitä kautta ne tukevat suuntaa antavasti hyvin toisiaan. Painomailaharjoittelu tukee molempia lajeja hyvin, sillä mailan kasvanut liikenopeus on eduksi molemmissa molemmille. Tämän ansiosta tutkimus vastaavanlaisella metodilla pesäpallon parissa oli aiheellista. Tulokset osoittavat myös sen, että kehitys oli samaa luokkaa mitä baseballissa tehdyissä tutkimuksissa.

Mailan liikenopeuden ja pallon lähtönopeuden lisäksi tutkimuksessa oli tarkoitus tarkastella lihasaktivaatiota lyönnin aikana EMG-puvun avulla. Mittausvirheiden ja tallenteissa olleiden häiriöiden takia tuloksista ei saanut julkaistua luotettavia tuloksia. EMG-mittaukset olisivat tarjonneet ymmärrystä harjoitusmetodien mahdollisesta vaikutuksesta lihasaktivaatioon ja samalla se olisi tarjonnut tietoutta lihasaktivaatioista lyöntisuorituksen eri vaiheissa.

Maksimaalisen kehityksen takaamiseksi harjoitusjakson pituus olisi täytynyt olla pidempi. Esimerkiksi Häkkinen ym. (1998, 2001) suosittelivat harjoitusjakson pituudeksi vähintään yhdeksää viikkoa varmistaakseen kehityksen maksimoinnin. Tutkimuksen seitsemän viikon harjoitusjakso määräytyi koehenkilöiden koulunkäynnin tuomien haasteiden perusteella. Syksyllä 2014 syysloman ja joululoman väliin mahtui tasan seitsemän viikon ajanjakso. Tämä jakso oli ainoa mahdollinen väli, jolloin tutkimukseen sisältyvät mittaukset ja harjoitusjakson toteuttaminen oli mahdollista. Pohdittavaksi jää, olisiko kehitys ollut erilaista jos harjoitusjakso olisi ollut kestoltaan muutaman viikon pidempi. Työskennellessä ulkopuolisten oppilaitosten kanssa täytyy olla valmis tekemään kompromisseja ja uskon, että tulokset eivät olisi muuttuneet merkittävästi kahden viikon lisäyksellä. Tätä uskomusta vahvistavat Derenne ym. (1995) tutkimuksen tulokset, missä 10 viikon harjoitusjakson jälkeen kehitys mailan liikenopeudessa oli koeryhmällä vastaava 10 %.

Yhdeksi tutkimuksen vahvuudeksi voi vielä nostaa tutkimuksen harjoittelun ja mittausten lajinomaisuuden. Kaikki harjoittelu tapahtui normaalin lajiharjoittelun yhteydessä, eikä tutkimuksen takia tarvinnut muuttaa normaalia viikkorytmiä. Toki lajiharjoittelun painopiste tuli lyöntiharjoittelun myötä sisäpeli painotteiseksi, mutta kaikki harjoittelu tapahtui normaalissa harjoitus ympäristössä ja lajinomaisilla välineillä. Samoin mittaukset suoritettiin harjoittelu ympäristössä eikä suljetussa laboratorio olosuhteissa. Näiden asioiden ansiosta tutkimuksesta saatu tieto on helposti käytäntöön liitettävää.

8.4 Yhteenveto ja käytännön sovellukset

Tutkimuksen tarkoitus oli vertailla kahden erilaisen harjoitusmenetelmän tehokkuutta, koostuen pesäpallon lyöntiharjoitteista käyttäen joko painomailoja tai tavallista pesäpallomailaa harjoitusjakson ajan. Tulokset osoittavat, että painomailalla harjoittelu voi kehittää mailan liikenopeutta huomattavasti enemmän kuin tavallisella mailalla harjoittelu. Tulokset olivat samankaltaisia, mitä on saatu baseballin parista. Aikaisempien tutkimusten perusteella ja saamien tulosten pohjalta voi todeta, että painomaila harjoittelu missä paino

muunnelmat ovat 12 % normaalin mailan painosta, voivat johtaa tilastollisesti merkittävään kehitykseen verrattuna tavallisella mailalla harjoitteluun.

Koehenkilöinä toimivat 17- 18 vuotiaat urheilulukiolaiset, jotka olivat harrastaneet pesäpalloa keskimäärin 9-10 vuotta. Vaikka lajitaustat olivat vahvat jo kaikilla, osalla koehenkilöistä lajin edellyttämän perusvoimatason saavuttaminen oli vielä kehitysvaiheessa. Szymanski (2006) toteaa, että lajispesifisen voimaharjoittelun tuoma kehitys voisi olla vielä suurempaa ammattilaisurheilijoilla, jotka ovat saavuttaneet jo lajin vaatiman perusvoimatason. Szymanski jakaa voimaharjoittelun kolmeen eri vaiheeseen, jotka etenevät yleisen tason perusvoimaharjoittelusta aina lajispesifiseen voimaharjoitteluun. Kolme eri vaihetta on perinteinen voimaharjoittelu, erikoisvoimaharjoittelun ja spesifisen, eli lajinomaisen voimaharjoittelu. Perinteiseen voimaharjoitteluun lasketaan perinteiset voimaharjoittelu liikkeet, kuten esimerkiksi penkkipunnerrus ja jalkakyykky. Spesiaaliseen, eli erikoisvoimaharjoitteluun baseballissa katsotaan kuuluvan esimerkiksi kuntopalloharjoitteet. Kuntopallojen avulla voidaan tehdä lajinomaisia liikkeitä, esimerkiksi keskivartalon kierto harjoitteita. Kolmantena ja viimeisenä vaiheena on spesifinen, eli lajinomainen voimaharjoittelu. Baseballissa tämä tarkoittaa esimerkiksi yli- ja alipainoisten välineiden avulla tehtyjä harjoitteita. Szymanskin mukaan ennen kuin urheilijan kannattaa aloittaa spesiaalinen- ja spesifinen voimaharjoittelu tulee voimatasot olla valmiiksi korkealla tasolla perinteisen voimaharjoittelun myötä. Jatkotutkimus aihe voisikin olla, onko lajispesifisellä harjoituksella vielä suurempi vaikutus ammattilaisurheilijoihin, kuin lukio ikäisiin junioripelaajiin.

Lajispesifisen voimaharjoittelun ei ole tarkoitus korvata muuta voimaharjoittelua, vaan olla tukena sitä ja jalostamassa saavutettua voimaa lajinomaisiin liikkeisiin. Lajinomaisten liikkeiden liikenopeus ja biomekaniikan spesifisyys tulisi toimia suuntaviivana suunnitellussa pesäpalloilijan voimaharjoittelua. Szymanskin (2005) mukaan voimaharjoittelun tulisi muuttua kokoajan lajispesifisempään suuntaan, mitä lähemmäksi kilpailukausi lähestyy. Edellytyksenä tähän on toki, että lajin edellyttämä perusvoimataso on saavutettu.

Voimaharjoitteluun tulisi olla monipuolinen lähestymistapa, joka kuitenkin yrittävää jäljitellä lajinomaisissa liikkeissä tapahtuvia rotationaalisia ja ballistisia liikkeitä.

9 LÄHTEET

Adair, R.2000. The science of swing. julkaistu: The register guard. 28.helmikuu. 2000 s. 10a.

Ahlqvist, J. 2004. Kärkietenijän sisäpelianalyysi pesäpallossa. Jyväskylän yliopisto. Liikunta biologian laitos.

Baker D. (1996). Improving vertical jump performance through general, special, and specific strength training: A brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(2): 131 – 136.

Cormie, P., McGuigan, R. & Newton, R.U. 2011. Developing Maximal Neuromuscular Power Part 1 – Biological Basis of Maximal Power Production. *Sports Med* 41, No. 1, 17-38.

Crisco J.J., Greenwald R.M., Blume J.D., & Penna L.H. 2002. Batting performance of wood and metal baseball bats. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34(10), 1675–1684.

DeRenne C, Buxton BP, Hetzler RK, Ho KW. Effects of under- and overweighed implement training on pitching velocity. *J Strength Cond Res*8:247–250, 1994.

Derenne C, Ho KW, Blitzblau A. 1995. Effects of weighted bat implement training on bat swing velocity. *J Strength Cond Res* 9: 247-250.

Derenne C, Okasaki E. 1983. Increasing bat velocity (Part 2) *Athletic J* 63:54-55.

Derenne C, Szymanski D,J,. 2009. Effects of baseball weighted implement training: A brief review. *National Strenght and Conditioning Association* 31:2, 2009.

Ebben W.P, Hartz K.K. 2006. Multimode resistance training to improve baseball batting power. *Strength and conditioning Journal*. Volume 12 num 3: 32-36.

Faulkner JA, Claflin DR, McCully KK. Power output of fast and slow fibers from human skeleton muscle. In: *Human Muscle Power*. Jones NL, McCarney N, McComas AJ, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, 1986. pp. 81–91.

Fitts, P. M. & Posner, M. I. 1967. *Human Performance*. Belmont, CA: Brooks/ Cole.

Guyton, A.C. & Hall, J.E. 2001. *Textbook of medical physiology*. 10th edition.

Haff, G. & Nimphius, S. 2012. Training Principles for Power. *Strength and Conditioning Journal*. Volume 6. number 6: 1-11.

Hughes, S., Lyons, B., Mayo, J. 2004. Effect of grip strength and grip strengthening exercises on instantaneous bat velocity of collegiate baseball players. *Journal of Strength & Conditioning Research* (Allen Press Publishing Services Inc.) May2004, Vol. 18 Issue 2, p298-4p.

Huotari, M. 2015. Päätöksenteko sisäpelissä, Jani Komulaisen tapa toimia. Lajinkehittämistyö. Pesäpalloliitto. Luettavissa:

http://www.pesis.fi/koulutus/lajivalmentajatutkinto_plvt/lajinkehittamistyot/

Hyttinen, P, 2004. Pesäpalloilijan voimaharjoittelu. Pesäpallon lajivalmentajatutkinto. Pesäpalloliitto. Luettavissa:

http://www.pesis.fi/koulutus/lajivalmentajatutkinto_plvt/lajinkehittamistyot/

Häkkinen, K., Komi, P. 1981. Effect of different combined concentric and eccentric muscle work on maximal strength development. *Journal of human movement studies*. 7:33-44.

Häkkinen, K., Häkkinen, A. 1991. Muscle cross-sectional area, force production and relaxation characteristics in women at different ages. *European journal of applied physiology* 62: 410-414.

Häkkinen, K., Pakarinen A. 1995. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in men and women at different ages. *International journal of sports medicine* 16, 507-513.

Häkkinen K, Newton U, Gordon S, McCormick M, Volek J, Nindl B, Gotshalk L, Campbell W, Evans W, Häkkinen A, Humphries B, Kraemer W. Changes in muscle morphology, electromyographic activity and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *Journal of Gerontology* 1998; 6: B415-B423.

Häkkinen K, Kraemer W, Newton R, Alen M. Changes in electromyographic activity, muscle fibre and muscle force production characteristics during heavy resistance / power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiologica Scandinavica* 2001; 171: 51-62.

Jaakkola, T. 2010. Liikuntataitojen oppiminen ja taitoharjoittelu. Jyväskylä: PS-kustannus

Jeffereys, I. 2013. *Developing speed*. National Strength and Conditioning Association. Human Kinetics, 2013

Kauranen, K. 2011. *Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen*. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.

Kiteen pallo-90. 2013. *Pesäpallo kenttä ja pelaajien pelipaikat ulkopelissä*. Luettavissa: <http://www.kipa90.com/seura/briefly+in+english/the+rules+of+pesis/>

Komi, P.V. 1984. Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 12, 81 - 121.

Korsman, J. & Mustonen, J. 2011. *Salibandyn käsikirja*. Unipress.

Kulmala, J-P. 2006. *Pesäpallon peruslyönnin liikeanalyysi*. Jyväskylän Yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Kandidaatin tutkielma.

Kuosmanen, M. 2003. *Pesäpallossa tarvittava nopeuskestävyys*. Pesäpallon lajivalmentajatutkinto. Pesäpalloliitto. Luettavissa:
http://www.pesis.fi/koulutus/lajivalmentajatutkinto_plvt/lajinkehittamistyot/

Laitinen, E. 1983. *Pesäpallo-kansallispelejä 60-vuotta*. Jyväskylä. Suomen pesäpalloliitto

Magill, R. A. 1981. *Motor Learning and Control: Concepts and Applications*. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Company Publishers.

Magill, R. 2007. *Motor Learning and Control: Concepts and Applications*. McGraw-Hill.

Manner, T. 2005. *Etukenttäpelaajan harjoittelu*. Pesäpallon lajivalmentajatutkinto. Pesäpalloliitto. Luettavissa:
http://www.pesis.fi/koulutus/lajivalmentajatutkinto_plvt/lajinkehittamistyot/

Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K., Häkkinen, K. 2004, *Urheiluvalmennus*. Vk-Kustannus Oy. Jyväskylä.

MTV3. 2013. Pesäpalloilijoiden juoksumatkoista yllättävää mittaustietoa. Luettavissa: <http://www.mtv.fi/sport/muut-lajit/pesapallo/artikkeli/pesapalloilijoiden-juoksumatkoista-yllattavaa-mittaustietoa/3601810>

Piirainen, K. 1999. Pelinomaisilla harjoituksilla pesäpallon taitajaksi. Jyväskylän Yliopisto. Liikuntakasvatuksen laitos. pro-gradu tutkielma.

Pitkänen, E. 2003. Roolin vaikutus etenemiseen miesten pesäpallossa. Pesäpallon lajivalmentajatutkinto. Pesäpalloliitto. Luettavissa: http://www.pesis.fi/koulutus/lajivalmentajatutkinto_plvt/lajinkehittamistyot/

PPV ry. Pesäpallovalmentajat ry. Koulutusmateriaali. Pesäpallolyönti Luettavissa: <http://ppv.kuvat.fi/kuvat/Pes%C3%A4palloly%C3%B6nti/>

Sergo C, Boatwright D. (1993) Training methods using various weighted bats and the effects on bat velocity. *J Strength Cond Res* 7: 115-117.

Shaffer B., Jobe F.W., Pink M. & Perry J. 1993. Baseball batting: an electromyographic study. *Clinical Orthopaedics and Research* 292, 285-293.

Singer, R. A. 1980. *Motor Learning and Human Performance: An Application to Motor Skills and Movement Behaviors*. 3rd ed. New York: Macmillan Publishing.

Suomen Pesäpalloliitto. 2006. Suomen Pesäpalloliitto ry. Pesäpallon säännöt. Oy UNIpress Ab. Suomi.

Szymanski D.J. (2006) Resistance Training to Develop Increased Bat Velocity. *NSCA's Performance Training Journal*. Vol. 6 No. 2: 16 – 20.

Szymanski, D., Szymanski, J., Bradford, T., Schade, R., Pascoe. 2007. Effects of twelve weeks of medicine ball training on high school baseball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2007, 21(3), 894-901

Vasiliev LA. (1983) Use of different weight to develop specialized speed-strength. *Sov sports Rev* 18: 49-52, 1983

Weimer, B., Halet, K., Anderson, T. 2007. Relationship of Strength Variables to Bat Velocity in College Baseball and Softball Players. *Missouri Journal of Health, Physical Education, Recreation & Dance* 2007, Vol. 17, p53-7p.

Welch C.M, Banks S.A, Cook F.F, Draovitch P. 1995. Hitting a baseball: A biomechanical Description. *Journal of Orthopaedic & Sports physical therapy*. Volume 22 number 5: 193-201.

Weyrich A.S., Messier S.P., Ruhmann B.S. & Berry M.J. 1989. Effects of bat composition, grip firmness, and impact location on postimpact ball velocity. *Medicine and Science in Sport and Exercise* 21(2), 199-205.

William, E., Allison, F., 2006. Multimode Resistance Training to Improve Baseball Batting Power. *National Strength and Conditioning Association* Volume 28, Number 3, pages 32-36. June 2006.

Yle urheilu. 2013. "Parasta pesäpallossa on onnistumisen tunne". Luettavissa: http://yle.fi/urheilu/parasta_pesapallossa_on_onnistumisen_tunne/6674192