

**MIESTEN KEIHÄÄNHEITON LAJIANALYYSI JA VALMENNUKSEN
OHJELMOINTI**

Ville Korte

Valmentajaseminaari
Valmennus- ja testausoppi
Liikuntabiologia
Liikuntatieteellinen tiedekunta
Jyväskylän yliopisto
Kesä 2020
Työnohjaaja: Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Korte Ville. 2020. Miesten keihäänheiton lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Valmentajaseminaari. Valmennus- ja testausoppi. Liikuntabiologia. Liikuntatieteellinen tiedekunta. Jyväskylän Yliopisto. 68 s.

Johdanto. Keihäänheitto eroaa kolmesta muusta heittolajista merkittävästi johtuen muun muassa lineaarisesta vauhdinotosta sekä huomattavasti kevyemmästä heittovälineestä. Lajin luonteen takia siinä myös korostuvat nopeusominaisuudet suhteessa enemmän kuin muissa yleisurheilun heittolajeissa. Keihäänheitossa keihäs pyritään heittämään mahdollisimman kauas ja tämän takia fyysisten ominaisuuksien sekä lajiosaamisen lisäksi keihään kantamaan vaikuttavat keihään aerodynamiikka ja vallitsevat olosuhteet.

Keihäänheiton historia ja pääsäännöt. Keihäänheitossa on kilpailtu jo antiikin Kreikan aikaan ja laji on muuttunut historian aikana merkittävästi. Alun perin puista keppiä on heitetty muun muassa paikaltaan, kierähtämällä ja vauhdilla pitäen kepin päästä tai keskeltä kiinni. Keihään materiaali on muuttunut ajan saatossa ja 1950-luvulla on otettu käyttöön ensimmäiset metallikeihäät. Keihäänheitto tuli mukaan nykyaikaisiin olympialaisiin vuonna 1906 ja Suomi on ollut 1900-luvun alusta lähtien yksi johtavista keihäsmaista. Nykyaikainen keihäs painaa miehillä 800 grammaa ja naisilla 600 grammaa. Keihäessä täytyy olla varsi, metallikärki sekä narukierre, josta tulee pitää kiinni. Jotta heitto mitataan, täytyy sen tulla maahan kärki edellä, mutta sen ei tarvitse jäädä pystyyn.

Lajin biomekaaniset ominaispiirteet. Keihäänheittosuorituksessa yhdistyy tarkka tekniikka ja räjähtävä voimantuotto, mikä tekee lajista haastavan. Vaikka teknisen suorituksen pääpiirteet ovat jokaisella keihäänheittäjällä samanlaiset, on yksilötasolla suuria eroja heitossa. Tärkein heiton pituuteen vaikuttava tekijä on keihään lähtönopeus, jonka on havaittu korreloivan voimakkaasti tuloksen kanssa ($r > 0.80$). Niin ikään lähtökorkeus ja -kulmat vaikuttavat merkittävästi keihään kantamaan. Heittosuoritus koostuu pääasiassa kolmesta osasta: alkuvauhdista, heittoaskelista sekä vetovaiheesta, mutta suoritus voitaisiin jakaa myös lukuisiin edellisiä pienempiin osiin.

Heiton tärkein vaihe on vetovaihe, jonka aikana luodaan jopa 70 % keihään lähtönopeudesta. Vetovaihe kestää kaikkiaan vain noin 0,16-0,18 sekuntia, minkä takia jo ennen vetovaiheeseen tuloa täytyy teknisen suorituksen olla oikeaoppinen. Vetovaiheeseen tultaessa, tukijalan törmätessä maahan, siihen kohdistuva paino huippuheitäjillä on jopa yli 400 kilogrammaa ja resultanttivoima yli 700 kilogrammaa. Nykykeihäällä optimaalinen lähtökulma on noin 40 ° ja asentokulma 31 °. Teoriassa hyökkäyskulman tulee olla lähellä nollaa, mutta tutkimuksissa on havaittu, että optimaalisen heiton kannalta sen tulisi olla negatiivinen, jopa -7 °. Lähtönopeus tulee olla noin 30 m/s tai sen yli, jotta 90 metrin heitto on mahdollinen. Tukijalan polvikulma tulee olla lähellä 180 °, koska mitä pienempi kulma, sitä enemmän vetovaiheessa tuki pääsee pettämään ja kineettisen ketjun toiminta heikkenee. Kuitenkin esimerkiksi Aki Parviaisen MM-kultaheitossa Sevillassa (89.52 m) tukijalan polvikulma törmäyshetkellä oli 170 ° ja pettämisvaiheessa 161 °, mikä kuvaa, että ilman ”täydellistä” tukeakin on lähes 90 metrin heitto

mahdollinen. Samaisessa heitossa keihään lähtönopeus oli 29.7 m/s, keihään irrotuskorkeus 2.14 m ja lähtökulma 36.6 °. Vastaavasti Antti Ruuskasen 88.98 m kantaneessa heitossa vuonna 2015 kyseiset lukemat olivat 30.1 m/s, 2.00 m ja 31.7 °, mikä kuvastaa, että kinemaattiset muuttujat erityisesti kulmaominaisuuksien suhteen voivat erota merkittävästi tuloksen ollessa lähes sama.

Fysiologiset ja hermolihasjärjestelmän vaatimukset. Keihäänheitossa suoritus on lyhyt ja korkeaintensiteettinen, minkä takia energiantuotollisesti pääpaino on välittömissä energianlähteissä (adenosiinitrifosfaatti ja fosfokreatiini). Jotta harjoittelutoleranssi on suuri harjoituskauden aikana, tulee heittäjän omata myös riittävä peruskuntopohja. Voimantuotollisesti lajissa korostuu erityisesti nopean voimantuoton vaatimukset (nopeiden motoristen yksiköiden mahdollisimman maksimaalinen käyttö) ja harjoittelussa tulee hyödyntää paljon venymislyhenemisykliä. Harjoittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota lantion ojentaja-, pakara-, etureisi- ja vatsalihaksille, koska ne ovat päävastuussa keihään kiihdyttämisestä.

Keihäänheiton nykytila ja tulevaisuus Suomessa. Suomessa keihäänheitto on kuulunut urheilun menestyneimpiin lajeihin kautta aikain ja tämän takia odotukset lajissa menestymisen suhteen ovat aina korkealla. Keihäänheiton taso Suomessa on hieman laskenut viime vuosien aikana. Kuitenkin keskiarvallisesti tilastoissa lasku on ollut suhteellisen pieni. Keihäänheitto on kansainvälistynyt huomattavasti viime vuosina, joka osaltaan saattaa vaikuttaa lajin tilaan Suomessa. Niin ikään 90 metrin heittoa ei olla Suomessa nähty yli vuosikymmeneen, mikä saattaa vaikuttaa ajatukseen lajin tason laskemisesta. Suomessa on useita lupaavia nuoria keihäänheittäjiä, mutta valitettavan usein ura loppuu jo aikaisessa vaiheessa erilaisten loukkaantumisten takia. Tulevaisuudessa Suomessa olisikin tärkeää panostaa laadukkaaseen valmennustyöhön jo urheilijan uran varhaisessa vaiheessa ja lapsuudessa tukea lasten monipuolista harrastamista. Näillä voidaan osaltaan vaikuttaa potentiaalisten nuorten heittäjien terveenä pysymiseen edullisesti.

Urheilija-analyysi. Urheilija-analyysin avulla pystytään tunnistamaan yksittäisen urheilijan tarpeita laaja-alaisesti. Tarpeet voivat liittyä paitsi tekniseen osaamiseen ja fyysisiin ominaisuuksiin, myös esimerkiksi psykologisiin valmiuksiin sekä ravitsemukseen. Analyysin avulla on tarkoitus tunnistaa urheilijan tarpeita tietyn tulostason saavuttamiseksi. Esimerkiksi 90 metrin heiton saavuttamiseksi tulee urheilijan jalkakyykyssä nostaa 190 kilogrammaa ja 3-tasaloikassa loikata 10.50 metriä. Ominaisuusnormistoihin tulee kuitenkin suhtautua varauksella ja muistaa yksilöllisyys, mutta ne toimivat hyvin valmennuksen tukena. Heiton kinemaattisissa muuttujissa 90 metrin heittoon vaaditaan lähes 30 m/s lähtönopeus.

Valmennuksen ohjelmointi. Keihäänheittäjän polku alkaa jo lapsena. Monipuolinen ja määrällisesti suuri liikkuminen jo lapsuudessa on tyypillistä menestyville keihäänheittäjille. Lapsuudessa ja nuoruudessa tulee oppia lajissa vaadittavia liikemalleja, ja onkin tärkeää, että jo tällöin taitoharjoittelu on oikeaoppista ja nuorella heittäjällä on osaava valmentaja.

Valmennuksen ohjelmoinnissa tulee käyttää apuna lajianalyysiä ja urheilija-analyysiä. Keihäänheitossa käytetään tyypillisimmin lineaarista kausijaottelumallia, jolloin harjoittelun volyyymi laskee ja intensiteetti nousee harjoituskauden edetessä. Kausi jaetaan tällöin

kehittävien ominaisuuksien ja niiden painopisteiden mukaan osiin. Näitä ovat peruskuntokaudet, lajiharjoittelukausi, kilpailuun valmistava kausi, kilpailukausi sekä siirtymäkausi. Ohjelmoinnissa tulee kiinnittää erityistä huomiota yksilöllisyyteen ja harjoittelun progressiivisuuteen pitkällä tähtäimellä. Taito- ja tekniikkaharjoittelun lisäksi valmentajan tulee olla pätevä yhdessä urheilijan kanssa luomaan ja toteuttamaan oikeaoppista voima- ja fysiikkaharjoittelua sekä tietää keihäänheittäjän ravitsemuksen kulmakivet. Tässä työssä valmennuksen ohjelmointi- ja urheilija-analyysiosassa on avattu esimerkkinä vuoden 2019 suomenmestarin ja MM-nelosen Lassi Etelätalon kehitystä lapsuudesta huippu-urheilijaksi.

Pohdinta. Keihäänheiton biomekaniikasta ja keihään lennon mekaniikasta on tehty tieteellisiä tutkimuksia kansainvälisesti melko paljon. Tämä tieteellinen näyttö on osaltaan vaikuttanut heittotekniikan ja lajin kehittymiseen. Suomessa keihäänheiton tutkimisesta on päävastuussa Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus (KIHU), mutta myös liikuntatieteellisellä tiedekunnalla on oma roolinsa. Tulevaisuudessa olisi tärkeää tutkia keihäänheiton valmennusta sekä miten nuoret lahjakkaat urheilijat saataisiin pysymään terveinä ja välttämään usein uran lopettavia loukkaantumisia. Suomessa keihäänheiton lajitietämys on kansainvälisellä tasolla huippuluokkaa, mutta käytännön valmennusosaamista tulee pystyä kehittämään myös tulevaisuudessa.

Asiasanat: keihäänheitto, biomekaniikka, valmennus, harjoittelu

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 KEIHÄÄNHEITON HISTORIA	3
3 KEIHÄÄNHEITON PÄÄSÄÄNNÖT	5
4 LAJIN OMINAISPIIRTEET.....	7
4.1 Tärkeimmät heiton pituuteen vaikuttavat tekijät.....	7
4.2 Keihään saatto ja lento-ominaisuudet.....	7
4.3 Keihäänheiton tekniikka ja biomekaniikka	11
4.3.1 Vauhtijuoksu.....	12
4.3.2 Alkuvauhti	12
4.3.3 Heittoaskeleet	13
4.3.4 Vetovaihe.....	15
4.3.5 Tukijalka ja vartalon kierto	17
4.3.6 Käsi.....	20
4.3.7 Otteet keihäästä.....	21
5 FYSIOLOGISET JA HERMOLIHASJÄRJESTELMÄN VAATIMUKSET	22
6 KEIHÄÄNHEITON NYKYTILA JA TULEVAISUUS SUOMESSA	26
7 URHEILIJAN ANALYYSI: LASSI ETELÄTALO	31
7.1 Lapsuus ja nuoruus	31
7.2 Kehitys aikuisiällä	33
7.3 Harjoittelu.....	37
7.4 Fyysiset ominaisuudet	40

8 VALMENNUKSEN OHJELMOINTI	43
8.1 Keihäänheittäjän taitoharjoittelu.....	50
8.2 Keihäänheittäjän voimaharjoittelu.....	52
8.3 Keihäänheittäjän ravitseminen.....	53
8.3.1 Keihäänheittäjän ravitseminen kilpailupäivänä	57
9 POHDINTA.....	59
LÄHTEET	62

1 JOHDANTO

Keihäänheitto on yksi neljästä yleisurheilun heittolajista. Verrattuna muihin heittolajeihin, keihäänheitossa heittoväline on merkittävästi kevyempi, suoritus on kestoaltaan pitempi ja siinä hyödynnetään lineaarista juoksunopeutta kumipohjaisella alustalla. Näin ollen se eroaa luonteeltaan merkittävästi muista heittolajeista. Kevyemmän heittovälineen takia, nopeusominaisuuksien merkitys korostuu keihäänheitossa enemmän suhteessa muihin heittolajeihin. Sen sijaan suurten voimaominaisuuksien merkitys on isommassa roolissa heittoringissä suoritettavissa lajeissa. (Young 2001.)

Keihäänheitossa tavoite on saada heittoväline lentämään mahdollisimman kauas. Tämän takia keihään lähtönopeudella on suurin vaikutus suorituksen kannalta. Kuitenkin keihään rakenne sekä ominaisuudet asettavat omat haasteensa ja keihäänheittäjän onkin tärkeä tunnistaa välineen aerodynamiikka lennon aikana. Heittovälineen hallinta on kuitenkin erittäin haastavaa, sillä vetovaihe, jonka aikana keihäs saatetaan lentoon, kestää vain 0.16-0.18 sekuntia (Zatsiorsky 1995). Näin ollen keihään asentoon ja lähtönopeuteen tulee vaikuttaa jo ennen vetovaihetta, alkujuoksun ja heittoaskelten aikana.

Vaikka keihäänheitto onkin suurta nopeutta ja räjähtävää voimantuottoa vaativa laji, tulee harjoittelun olla monipuolista sekä sisältää fyysisen suorituskyvyn eri osa-alueiden kehittämistä (Young 2001). Esimerkiksi räjähtävän voimantuoton ja suurten teho-ominaisuuksien kehittämiseksi ei riitä pelkkä nopeusharjoittelu, vaan harjoittelun tulee sisältää merkittävässä määrin voimantuottoa suurilla kuormilla (Laird & Rozier 1979). Niin ikään, kestävyysominaisuuksilla on tärkeä rooli palautumisen sekä keihäänheittäjän suuren harjoittelutoleranssin kannalta harjoituskauden aikana. Keihäänheittosuoritus kuormittaa merkittävästi lihas- ja tukikudoksia, minkä takia yksipuolista heittoharjoittelua täytyy pystyä välttämään. Näin ollen keihäänheittäjän harjoittelu ei voi sisältää pelkästään lajiharjoittelua. Heittoharjoittelussakin tulee käyttää soveltavaa harjoittelua pelkkien täysvauhtisten heittojen sijaan.

Keihäänheitossa, kuten muissakin lajeissa, kattava ja monipuolinen harjoittelu lapsuudessa on tärkeässä roolissa aikuisiän menestymisen kanssa. Lapsena harjoittelussa tulee huomioida muun muassa herkkyyskaudet harjoittelun eri ominaisuuksien kehittymisen suhteen, ja oikeaoppinen harjoittelu on pitkälti kodin, koulun ja urheiluseurojen vastuulla. Valintavaihe lajin suhteen ajoittuu tyypillisesti 10-15 ikävuoden väliin. Tässä vaiheessa on myös tärkeää, että urheilijalla on osaava valmentaja, joka innostaa ja osaa käsitellä nuorta urheilijaa oikein. Lisäksi valmentajan tulee olla kyvykäs toteuttamaan oikeaoppista harjoittelua halutuiden harjoitusvaikutusten aikaansaamiseksi. (Mero 2016, 323-333.) Myöhemmässä vaiheessa valmentajan tärkein tehtävä on itse valmennus ja lajiominaisuuksien kehittäminen. Tällöin myös vuorovaikutteisen ja luottamuksellisen valmennussuhteen kehittymiseen tulee kiinnittää huomiota, jotta valmentaja oppii tuntemaan urheilijansa hyvin. (Blomqvist & Hämäläinen 2016, 53.)

Tämän lajianalyysin tarkoituksena on esitellä lyhyesti keihäänheiton biomekaniikkaa sekä keihäänheittäjältä vaadittavia fysiologisia ja hermo-lihasjärjestelmän ominaisuuksia. Näitä voidaan edelleen käyttää apuna valmennuksen ohjelmoinnissa ja urheilijan tarveanalyysissä. Työ esittelee keihäänheittosuorituksen läpi vaihe vaiheelta, mutta jokainen vaihe sisältää lukuisia teknisiä komponentteja, eikä niitä kaikkia avata tässä lajianalyysissä. Lisäksi valmennuksen ohjelmointi sisältää esimerkkejä. Näitä ei kannata käyttää sellaisenaan urheilijan valmennuksessa, vaan yksilöllisyys tulee huomioida jokaisen urheilijan kohdalla. Tämä työ pohjautuu pääasiassa miespuolisilla keihäänheittäjillä toteutettuihin tutkimuksiin. Kuitenkin samat lainalaisuudet toteutuvat myös naiskeihäänheittäjillä. Työn lopussa esitellään urheilija-analyysissä tämän hetken kovimpiin suomalaisiin keihäänheittäjiin lukeutuva Lassi Etelätalo, joka on aikuisten tasolla kaksinkertainen arvokisaedustaja ja voittanut suomenmestaruuden vuonna 2019.

2 KEIHÄÄNHEITON HISTORIA

Keihäänheitosta muodostui urheilulaji jo antiikin Kreikan aikaan 708 eKr. Tällöin puisen kepin pituusheitto yhdistettiin osaksi olympialaisten viisiottelua. Keihäänheiton juuret ovat kuitenkin kaukana menneisyydessä, ja metsästysvälineenä keihästä alettiin käyttää jo noin 400 000 vuotta sitten ympäri maailmaa. (Siukonen ym. 1991, 34-35.)

Kilpailumuotona keihäänheitto on vaihdellut suuresti aikojen saatossa. Antiikin olympialaisissa kevyen keihään pituus on tietävästi vaihdellut ”miehen mitasta” aina viiteen metriin. Heittotekniikoita on myös ollut useita. Keihästä on todennäköisesti heitetty ainakin paikaltaan, vauhdilla ja pyörähtämällä. (Utriainen 1987, 12.) Euroopassa keihäänheitossa alettiin kilpailla 1800-luvulla. Nykyisen pituusheiton lisäksi tarkkuusheitto oli tällöin myös oma lajinsa. Ensimmäisen kerran nykyaikaisiin olympialaisiin laji tuli mukaan miehille vuonna 1906 ja naisille 1932. (Bartonietz 2008.) Keihästä heitettiin pitäen kiinni joko keskeltä tai vastoin nykyäänöstä, keihään perästä. Tähän aikaan lajille tyypillistä oli mitata heitto kohtisuoraan, suorakulmassa heittopaikkaan nähden. (Siukonen ym. 1991, 34-35.) Niin ikään vauhdin otto oli rajoitettu vain pienelle alueelle. Vasta 1890-luvulla rajoittamaton vauhdinotto sallittiin kilpailuissa (Siukonen ym. 1991, 43-45).

Heittotekniikan ja sääntöjen lisäksi keihään materiaali on vaihtunut vuosien saatossa. Aikojen myötä puisista ja laminoituista puumateriaaleista on siirrytty kovempiin, kestävämpiin materiaaleihin. Vuonna 1954 esiteltiin ensimmäiset metalliseoksista valmistetut keihäät. Tänä päivänä on edelleen käytössä metalliseoksista valmistettuja keihäitä, mutta huipputeknologia on mahdollistanut myös erilaiset hiilikuidusta ja hartsista valmistetut komposiittikeihäät, jotka ovat merkittävästi metallikeihäitä jäykempiä. (Bartonietz 2008.)

1920- ja 1930-luvuilla Suomi hallitsi lajia ja myöhemmin muun muassa muut pohjoismaat sekä Saksa nousivat keihäänheiton ykkösmaiksi Suomen rinnalle. Jälkeenpäin, 1930-luvulla myös naisten keihäänheitosta tuli virallinen urheilulaji. (Bartonietz 2008.) Tänä päivänä, 2010-luvulla keihäänheitosta on tullut entistä globaalimpi laji. Lajitietämys on levinnyt ja sitä myötä osaavia, eliittitason heittäjiä löytyy ympäri maailmaa.

Maailmanennätysten virallinen tilastointi aloitettiin vuonna 1913 ja ensimmäisen ME-tuloksen heitti ruotsalainen Eric Lemming 62.34 (Siukonen ym. 1991, 230). Nykyään miesten virallinen maailmanennätys on tsekkiläisen Jan Zeleznyn nimissä 98.48. Lajin ja maailmanennätyksen kehittymiseen on vaikuttanut muun muassa mittaustapa, keihäsmallin muuttuminen, heittoalusta, lajitietämyksen kehittyminen sekä lajissa käytettävien urheiluvälineiden, kuten keihäspiikkareiden kehittyminen. Toisaalta urheilukentille ”ylipitkien” heittojen vuoksi keihäsmallia on jouduttu muuttamaan useaan otteeseen myös rajoittaen heiton pituutta. Esimerkiksi vuonna 1984 itäsaksalainen Uwe Hohn heitti 104.80, minkä jälkeen keihäsmallia muutettiin (kuva 1). Myös naisten keihäsmallia on muutettu vuonna 1999. Naisten vanhan keihäsmallin ME-tulos on itäsaksalaisella Petra Felke-Meierillä 80.00 ja nykyisellä keihäällä tsekkiläisellä Barbara Špotákoválla 72.28.



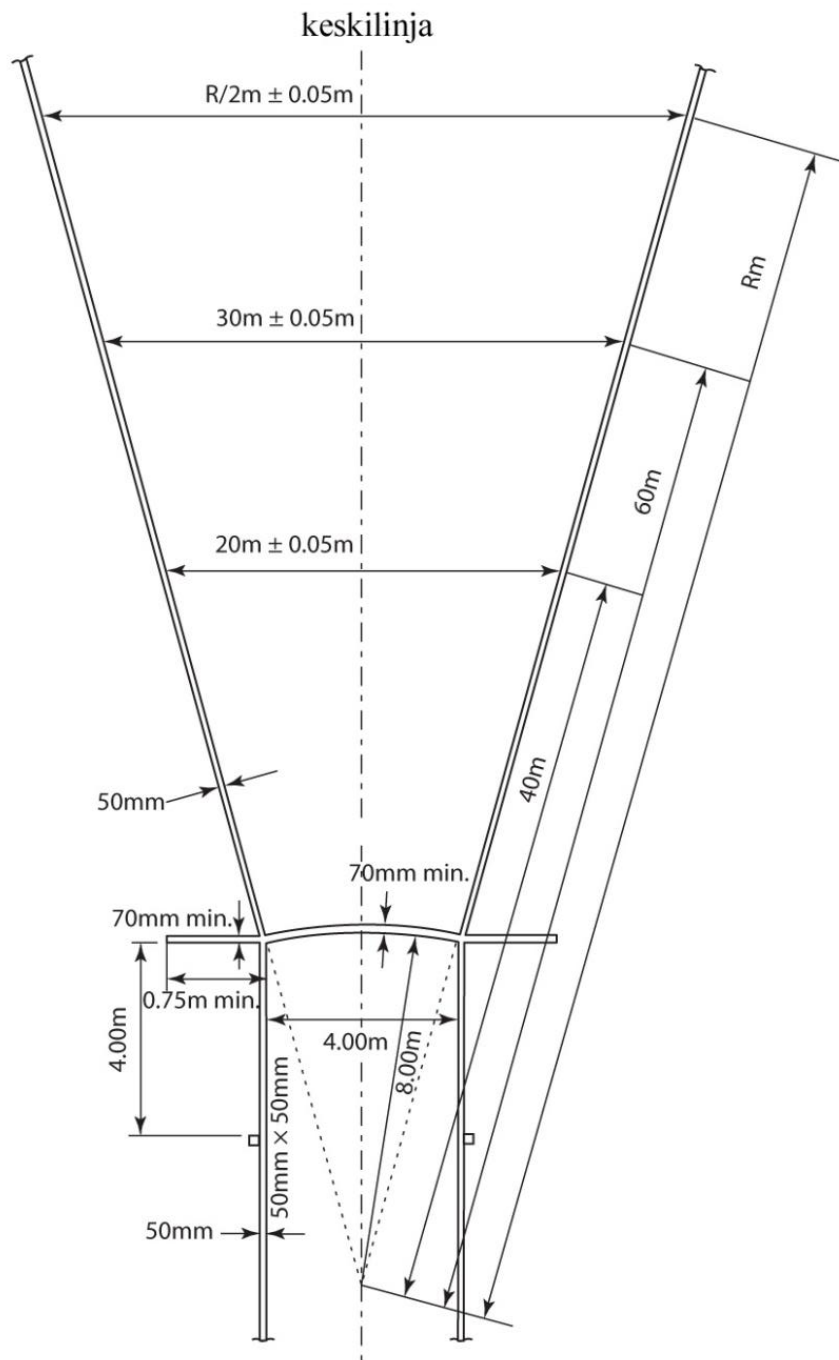
KUVA 1. Uwe Hohn Saksan Jenassa vuonna 1984 (Kasper 1984).

3 KEIHÄÄNHEITON PÄÄSÄÄNNÖT

Miesten keihäs painaa 800 grammaa ja naisten 600 grammaa. Miesten keihäs tulee olla vähintään 260 cm ja enintään 270 cm. Naisten keihään vastaavat mitat ovat 220 ja 230 cm. Heittovälineiden tulee olla Kansainvälisen yleisurheiluliiton tyyppihyväksytyjä, jotta niitä voidaan käyttää kansainvälisissä kilpailuissa. Keihäessä tulee olla varsi, metallikärki sekä narukierre. Varren tulee olla metallia tai muuta kiinteää materiaalia ja valmistettu siten, että pinta on kauttaaltaan sileä. Metallikärjen tulee olla valmistettu metallista. Narukierteen tulee olla tasapaksu ja sen tulee sijaita keihään painopisteen alueella. Naru saa olla korkeintaan 8 mm paksua. Keihään poikkileikkauksen tulee olla kauttaaltaan ympyrän muotoinen ja paksuimman kohdan tulee sijaita narukierteen edessä. Keihään poikkileikkauksen tulee pienentyä narukierteen päistä kohti kärkeä ja perää. (Suomen urheiluliitto 2018.)

Kilpailusuorituksessa heittäjän tulee pitää kiinni narukerästä siten, että pikkusormi on lähimpänä keihään kärkeä. Heiton tulee tapahtua heittokäden olkapään tai heittokäsivarren yläpuolelta. Heiton tulee laskeutua keihään kärki edellä, mutta sen ei tarvitse jäädä kenttään pystyyn. Heitossa saa käyttää otetta parantavia aineita, kuten magnesiumia, kunhan sitä laittaa suoraan käteen heittovälineen sijasta. (Suomen urheiluliitto 2018.)

Keihäänheitossa vauhdinottoradan täytyy olla vähintään 30 metriä pitkä ja 4 metriä leveä. Heittosektorin kulma tulee olla 28,96 astetta. Heiton tulee tapahtua 70 millimetriä leveän heittokaaren takaa (kuva 2.) Kentän tulee olla sellaista materiaalia, johon keihäs jättää selvän jäljen. (Suomen urheiluliitto 2018.)



KUVA 2. Keihäänheiton vauhdinottoradan ja kentän mitat. (Suomen urheiluliitto 2018).

4 LAJIN OMINAISPIIRTEET

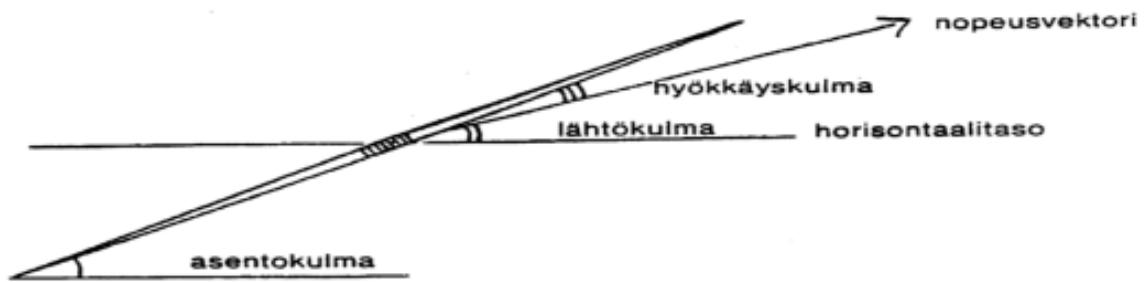
Keihäänheitto on tarkkaa tekniikkaa ja räjähtävää voimantuottoa vaativa laji. Heittosuoritus koostuu alkuvauhdista, heittoaskelista ja vetovaiheesta. Heittosuoritus voitaisiin kuitenkin jakaa lukuisiin pienempiin osiin johtuen lajin haastavasta tekniikasta. Tyypillistä on myös, että tekniikka vaihtelee suuresti yksilöittäin eikä jokaiselle heittäjälle voida ajaa samanlaista teknistä suoritusta tiettyjä pääperiaatteita lukuun ottamatta. Lajissa korostuu fyysisen suorituskyvyn ja kehon koordinaation lisäksi heittovälineen hallinta. Pienet kulmamuuutokset heitossa vaikuttavat keihään kantamaan matkaan merkittävästi (Ganslen 1960).

4.1 Tärkeimmät heiton pituuteen vaikuttavat tekijät

Koska keihäänheittosuorituksessa ainoa mitattava muuttuja on heiton pituus, liittyvät huipputulokseen vaikuttavat tekijät heittovälineeseen. Suurin yksittäinen heiton pituuteen vaikuttava tekijä on keihään lähtönopeus. Tämän lisäksi keihään lähtökorkeus, lähtökulma sekä aerodynamiikka vaikuttavat ratkaisevasti heiton pituuteen. (Bartonietz 2008.) Niin ikään keihään sivuttaispoikkeama, hyökkäyskulma, kiertomomentti sekä irrotuskorkeus vaikuttavat lopputulokseen (Valleala ym. 2016, 449-451). Kun edelliset tekijät ovat kunnossa, voidaan heiton pituuteen vaikuttaa lähes ainoastaan heittovälineen lähtönopeutta kasvattamalla. Huomionarvoista on myös ulkoisten olosuhteitten vaikutus heiton pituuteen. Nykykeihäällä heitettäessä, lähes poikkeuksetta myötätuuli koetaan eduksi heiton pituudelle. Sitä vastoin vanhalla keihäsmallilla vastatuulesta koettiin olevan enemmän hyötyä.

4.2 Keihään saatto ja lento-ominaisuudet

Keihään lähtökulmalla tarkoitetaan heittovälineen lentosuunnan ja horisontaalisen vaakatason muodostamaa kulmaa. Asentokulma puolestaan kuvaa keihään pitkittäisakselin ja horisontaalisen vaakatason muodostamaa kulmaa. Asentokulman ja lentosuunnan välisestä kulmasta käytetään nimitystä hyökkäyskulma. (Kuva 3.)



KUVA 3. Keihään irtoamisvaiheen muuttujat. (Utriainen 1987, 60).

Keihään saattamisessa lentoon on tärkeää, että keihään lähtökulma on mahdollisimman lähellä optimilentokulmaa ja lähtönopeus on mahdollisimman suuri. Nämä tekijät vaikuttavat heiton pituuteen eniten, mutta myös lähtökorkeus, hyökkäyskulma, keihään kulmanopeudet sekä keihään pitkittäissuunnassa tapahtuvan pyörimisliikkeen nopeus vaikuttavat heiton pituuteen. (Bartlett 2009.) Niin ikään ulkoiset tekijät, kuten vallitseva tuuli, vaikuttavat merkittävästi keihään lento-ominaisuuksiin, minkä takia heittäjän on hyvä tuntea keihään aerodynamiikka lennon aikana (Hatton 2005).

Keihään lähtökulmaan vaikuttavat keihään asento vetovaiheeseen tultaessa, itse vetovaihe ja siinä tapahtuvat kehon liikkeet. Yksi yleisimmistä virheistä on heittokäden ranteen asennon muutos sekä keihään kärjen heikko kontrollointi vedon aikana. Tällöin keihäs lähtee usein ”pystyyn” eli sen hyökkäyskulma ja muut lentokulmaominaisuudet ovat huonot. Tässä tapauksessa keihään kärki osoittaa kohti taivasta ja perä maata, jolloin keihääseen kohdistuvat vastavoimat lennossa ovat suuret ja keihäs tulee nopeasti alas. Joskus huonojen kulmaominaisuuksien takia keihäs voi lähteä myös ”kyntämään”. Tällöin keihään asento on päinvastainen eli kärki osoittaa maata ja perä taivasta kohti. (Utriainen 1987, 97.)

Teoriassa keihään hyökkäyskulman tulisi olla lähellä nollaa, jotta vastavoimia syntyisi mahdollisimman vähän. Tähän vaikuttavat vetovaiheessa tapahtuneet muutokset keihään suuntaominaisuuksissa. Jotta hyökkäyskulma jää pieneksi, lähtökulman tulisi olla lähellä asentokulman suuruutta. (Best & Bartlett. 1988; Bartlett ym. 1996; Morriss ym. 1997.) Zeng &

Zuo (2013) tutkimuksen mukaan nykykeihäällä keihään optimaalinen lähtökulma on noin 40° , asentokulman ollessa 31° . Vastaavasti Chiu (2009) vertaili miesten 800 gramman vasta- ja myötätuuleen kehitettyä keihästä. Tutkimuksen mukaan ”myötätuulikeihäällä” optimaalinen lähtökulma oli 42.8° , asentokulma 35.5° hyökkäyskulman ollessa -7.3° . Vastatuulikeihäällä optimaalinen lähtökulma oli 37.3° , asentokulma 31.8° , ja hyökkäyskulma -5.5° . Kulmaominaisuuksissa on kuitenkin huomioitava monet ulkoiset tekijät. Esimerkiksi suurempi lähtönopeus vaatii myös suuremman lähtökulman saavuttaakseen maksimaalisen pituuden. Niin ikään keihään valinta sekä vallitsevat olosuhteet, kuten tuuli vaikuttavat vaadittaviin kulmaominaisuuksiin merkittävästi. (Best ym. 1995.)

Kuten mainittu, tärkein heiton pituuteen vaikuttava tekijä on keihään lähtönopeus. Keihään irrotusnopeuden ja tuloksen välillä onkin havaittu olevan vahva korrelaatio (Hubbard & Always 1987). Keihään lentonopeuteen vaikuttaa koko heittosuoritus, ei pelkästään vetovaihe tai keihään saatto. Kuitenkin vetovaiheen voidaan ajatella olevan ratkaisevin tekijä onnistuneen heittosuorituksen aikana. Utrianen (1987, 59) mukaan paikaltaan heitettäessä, vetovaiheen aikana pystytään tuottamaan noin 85 % maksimaalisesta lähtönopeudesta. Käytännössä, esimerkiksi Tero Pitkämäki on heittänyt paikaltaan 62 metriä ja Antti Ruuskanen 63 metriä (Valleala ym. 2016, 459). Lukemat ovat 68 % ja 71 % heidän ennätysistään. Yleisesti voidaan sanoa, että 80 metrin heittoon vaadittu lähtönopeus on vähän alle 30 m/s riippuen kulmaominaisuuksista (Utrianen 1987, 58). Clarkin (2014) mukaan keihään lähtönopeuden kasvu 1 m/s vastaa noin 4 metrin lisäystä heiton pituuteen samoilla kulmaominaisuuksilla. Vastaavasti Viitasalo ym. (2003) tutkimuksen mukaan miesheittäjillä lähtönopeuden kasvu 29 m/s \rightarrow 30 m/s vaikuttaa 2.12 - 6.14 metriä heiton pituuteen. Taulukossa 1 on esitetty keihään irtomisvaiheen muuttujia vuoden 1999 maailmanmestaruuskisoista loppukilpailuun selvinneiden urheilijoiden osalta.

TAULUKKO 1. Vuoden 1999 maailmanmestaruuskisojen seitsemän parhaan urheilijan keihään irtoamisvaiheen muuttujat (Campos ym. 2004).

Urheilija	Heiton pituus (m)	Irtoamis- nopeus (m/s)	Irtoamis- korkeus (m)	Asento- kulma (°)	Irtoamis- kulma (°)	Hyökkäys- kulma (°)
Parviainen	89.52	29.7	2.14	35.7	36.6	-0.9
Gatsioudis	89.18	29.6	1.90	37.5	31.6	5.9
Zelezny	87.67	29.2	1.80	36.9	31.3	5.8
Hecht	85.24	28.5	2.09	41.7	40.1	1.6
Henry	85.43	28.1	1.99	25.3	32.1	-6.8
González	84.32	29.4	1.83	36.5	27.7	8.8
Backley	83.84	28.5	2.08	40.8	35.3	5.5

Vanhan ja uuden keihäsmallin välillä on kuitenkin havaittu eroja lähtönopeuden ja heiton pituuden yhteyden välillä. Borgström (1988) on koonnut heittodataa kolmesta tutkimuksesta, joissa on käytetty vanhaa keihäsmallia (Terauds 1978; Ikegami ym. 1981; Komi & Mero 1985). Lähtönopeuden ja pituuden välillä havaittiin vahva korrelaatio ($r = 0.90 - 0.97$). Sen sijaan Borgström & Almström (1986), Borgström (1988) mukaan havaitsivat uudella keihäsmallilla korrelaation olleen huomattavasti pienempi ($r = 0.80 - 0.87$). Niin ikään Valleala ym. (2015) on osoittanut korrelaation olevan samaa luokkaa lähtönopeuden ja heiton pituuden välillä uudella keihäsmallilla ($r = 0.80$) (kuva 4). Vaikka monet urheilijat ja valmentajat ajattelivat keihään mallin vaihtumisen uuteen tekevän teknisestä osaamisesta vähemmän merkittävän, kyseinen ero korostaa kuitenkin suurempaa tekniikan roolia uudella keihäsmallilla heitettäessä (Paish 1986; Bartonietz 2008).



KUVA 4. Keihään lähtönopeuden (X-akseli) ja heiton pituuden (Y-akseli) välinen korrelaatio vuosina 2006-2015 kerätyssä tilastossa suomalaisilla mieskeihäänheittäjillä (Valleala 2015).

4.3 Keihäänheiton tekniikka ja biomekaniikka

Keihäänheitto on äärimmäistä teknistä osaamista vaativa laji. Lajin luonteesta haastavan tekee se, että räjähtävä, suuri-intensiteettinen suoritus tulee yhdistää tähän haastavaan tekniikkaan. Yleisesti ottaen, kaikilla keihäänheittäjillä perustekniikka koostuu samanlaisista elementeistä. Näitä ovat muun muassa kineettisen ketjun hyödyntäminen sekä vahva tukijalan käyttö sen aikaansaamiseksi.

Kuitenkin yksilötasolla heittäjillä on paljon eroavaisuuksia. Antropometria ja fyysiset ominaisuudet määräävät osaltaan heittäjän profiilia ja tekniikkaa. Yleisiä eroavaisuuksia havaitaan muun muassa kierron voimakkuudessa heittovaiheeseen tultaessa sekä painopisteen korkeudessa. Lisäksi on puhuttu niin sanotuista voima- ja tekniikkaheittäjistä, joilla fyysisten

ominaisuuksien ja teknisen osaamisen painopiste vaihtelee heittäjätyypin mukaan. (Valleala ym. 2016, 444-449.)

4.3.1 Vauhtijuoksu

Vauhdilla on suuri merkitys heiton pituuteen. Taitava heittäjä pystyy kontrolloimaan vauhtia niin, että siitä on mahdollisimman suuri hyöty vetovaiheeseen tultaessa. Vauhdista on hyötyä eniten, kun sen nopeus on suurin tukijalan osuessa maahan. Jokaisella keihäänheittäjällä on oma tapa ottaa vauhtia. Vauhdin pituus, askelmäärät ja nopeus vaihtelevat yksilöllisesti. Tutkimusten mukaan maailman eliittiheittäjät ovat tehneet parhaat tuloksensa silloin, kun heidän vauhtinsa on ollut omaan kykyynsä nähden suurimmillaan vauhtijuoksun aikana (Böttcher & Kühl 1996).

4.3.2 Alkuvauhti

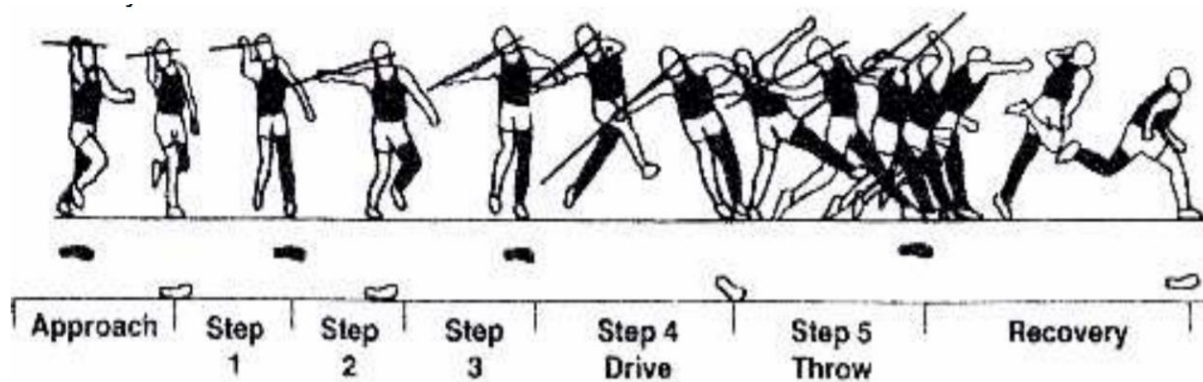
Alkujuoksun on hyvä pysyä rentona, mutta ryhdikkäänä. Tässä on tärkeää, että vauhti pysyy tasaisena tai tasaisesti kiihtyvänä (Utriainen 1987, 67). Vauhti pysyy tasaisena, kun liian tiheää, ”sipsuttamista” tai loikkaavaa askeltamista pystytään välttämään juoksun aikana ja heittoaskeliin tultaessa. Juoksun aikana keihään kärjen tulee pysyä noin silmän korkeudella, eteenpäin osoittaen. Alkujuoksussa lantio pysyy edessä ja rintakehä ylhäällä, jolloin juoksun vaihtaminen ristiaskeliin helpottuu. Oleellista on, että vauhti on rytmikästä ja heittoaskeliin siirtyminen tapahtuu mahdollisimman vaivattomasti. (Utriainen 1987, 67.) Monet heittäjät käyttävät apunaan askelmerkkiä helpottamaan siirtovaihetta. Alussa vauhti on hyvä asettaa niin, että vielä heittoaskelten aikana vauhti kasvaa tasaisesti tavoittaen suurimman mahdollisen nopeuden, jolla vetovaihe on luonnollista toteuttaa. Kuitenkin liian nopea vauhti saattaa hajottaa tekniikan. Tämän takia jokaisen heittäjän tulee löytää itselleen optimaalinen vauhti ja mielellään kasvattaa sitä harjoittelun myötä (Dmitrusenko 1987).

Alkuvauhdissa askelten määrä vaihtelee yksilöittäin. Sopiva määrä askelia on noin 8-12 ennen heittoaskelia (Utriainen 1987, 67). Myös alkuvauhdin nopeus vaihtelee paljon. Monesti alkujuoksu on rentoa ja hitaanlaista, mutta joillakin heittäjillä, kuten Tero Pitkämäellä jo alussa

juoksu on ollut hyökkävää ja intensiivistä. Vauhti vaihtelee usein noin 6–7 m/s välillä, koko vauhdin pituuden ollessa 20–35 metriä (Valleala ym. 2016, 445).

4.3.3 Heittoaskeleet

Heittoaskelten aikana vauhdin tulisi kasvaa alkujuoksusta ja nopeuden lisääntyä tasaisesti kiihtyen. Kuten alkujuoksussa, myös heittoaskelissa on paljon yksilöllisiä eroja heittäjien välillä ja heittoaskeleet voidaan suorittaa eri askelmäärillä. Utraisen (1987, 68) mukaan yleisin on viiden heittoaskeleen rytmi, mutta myös neljän ja kuuden askeleen heittorytmejä käytetään (kuva 5). Erityisesti 2010-luvulla myös suurempia heittoaskelten määriä on esiintynyt heittäjillä. Muun muassa vuoden 2013 maailmanmestari, tšekkiläinen Vítězslav Veselý käyttää seitsemän heittoaskeleen rytmiä. Yleisesti ottaen pidempi heittoaskelvauhti mahdollistaa oikeaoppisen tekniikan kannalta paremmat edellytykset vetovaiheeseen tultaessa kuin lyhyt. Sitä vastoin pidemmän, 6–7 heittoaskeleen rytmin vaarana on vauhdin hidastuminen ennen vetovaihetta.



KUVA 5. Viiden heittoaskeleen rytmi (Stander 2006).

Heittoaskelten aikana on tärkeää säilyttää ryhdikäs asento ja ylävartalon tulee pysyä rentona. Katse on suoraan eteenpäin, keihään kärjen pysyen edelleen silmän korkeudella. Alkujuoksun vaihtuessa heittoaskeliksi, ensimmäisen ja toisen heittoaskeleen aikana keihäs vedetään taakse, jolloin käsi pysyy takana suorana hartioiden korkeudella. (Utriainen 1987, 67-69.) Keihäs suositellaan jättämään taakse tasaisesti ilman nykäisevää liikettä rytmin säilyttämiseksi (Tidow

2008). Kuitenkin myös tässä on yksilöllisiä eroja, ja esimerkiksi Thomas Röhlerillä keihään taakse jätö on erittäin nopea. Ensimmäisten heittoaskelten aika myös lantio kääntyy heittosuuntaan ja vauhtia pyritään edelleen kasvattamaan. Tällöin jalat ovat noin 45 asteen kulmassa ja katse eteenpäin heittosuuntaan nähden. (Valleala ym. 2016, 445-447.) Vapaan käden tulee pysyä rentona tahdittaen ristiaskelia.

Heittoaskeleet alkavat usein tukijalan vastakkaisella jalalla, mutta myös tässä on yksittäisiä eroja heittäjien kesken. Ristiaskeljuoksussa loikka otetaan vastaan päkiällä, polvien ollessa hieman koukussa, jolloin juoksu on luontevaa ja vauhdin kasvattaminen mahdollista. Ylävartalon tulee pysyä suorassa. Liian taaksepäin suuntautunut ylävartalo heittoaskelten aikana pysäyttää vauhdin, kun taas liian eteenpäin suuntautunut ylävartalo vaikeuttaa vetovaiheeseen tuleamista. (Bartonietz 2008.)

Heittoaskelten jälkeen, toiseksi viimeistä askelta kutsutaan ristiaskeleeksi. Toisaalta kirjallisuudessa myös usein kaikkia heittoaskelia kutsutaan ristiaskeliksi ja tämän takia tulee olla tarkkana sanan merkityksen kanssa. Utraisen (1987, 70) mukaan se on heiton kannalta tärkein vaihe. Tämä onkin loogista, sillä ristiaskel määrää, missä asennossa vetovaiheeseen tullaan. Takakenoisena, painon ollessa liikaa takana vauhti hidastuu merkittävästi. Vastaavasti etukeno tekee vetovaiheesta lähes mahdottoman toteuttaa ja heitto menee helposti ”läpi”.

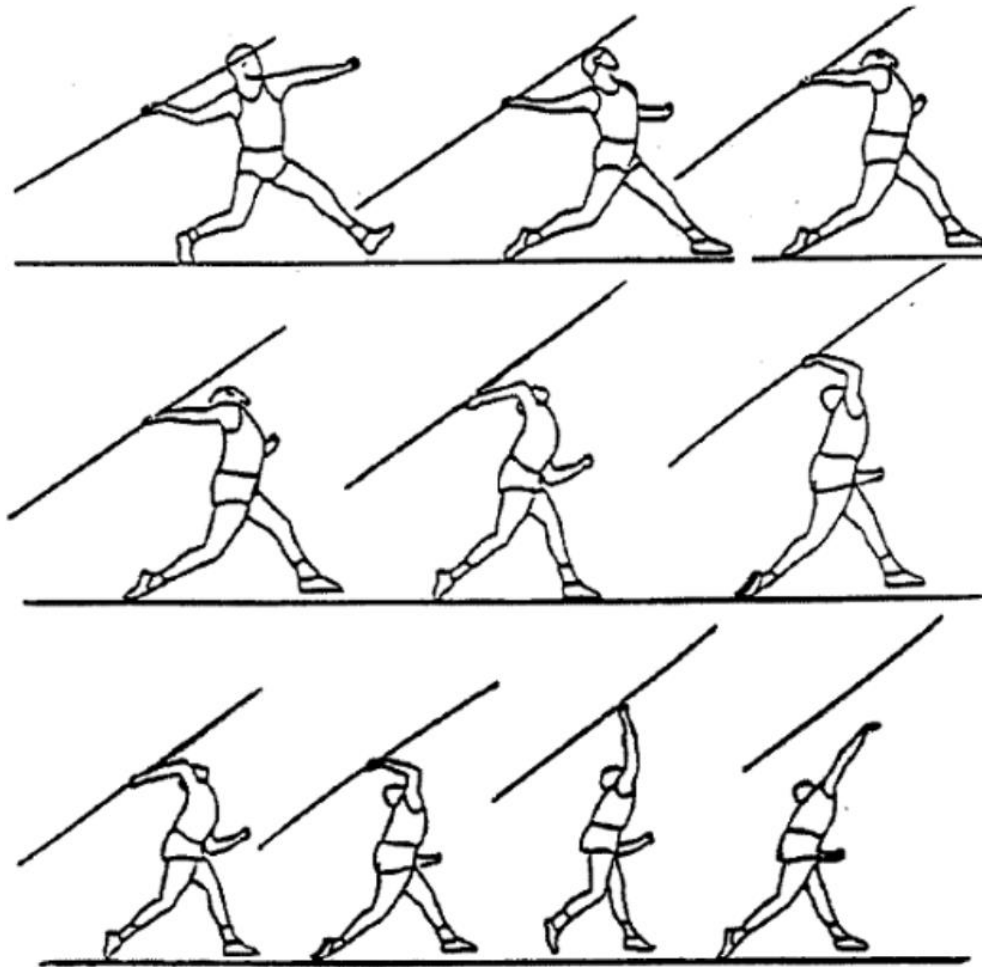
Ristiaskeleen aikana oikeakätisellä heittäjällä vasemman jalan tulee painaa aktiivisesti eteenpäin, joka osaltaan mahdollistaa tehokkaan oikean polven työntymisen eteen ja edelleen myöhemmin lantion kääntymisen (McGill 2010) (kuva 6). Ristiaskeleen tulee tapahtua päkiäkontaktilla, joka mahdollistaa vauhdin jatkumisen ja jalan kiertymisen (Valleala ym. 2016, 447).



KUVA 6. Thomas Röhlérin heiton ristiaskelvaihe, jossa vasen jalka työntänyt aktiivisesti eteenpäin, mahdollistaen oikean polven vahvan eteenpäin viemisen. Rio de Janeiron Olympialaiset 2016. (Photo Run 2019.)

4.3.4 Vetovaihe

Vetovaiheella on suurin merkitys heiton pituuteen. Jopa 70 % heiton pituudesta ratkaisee veto, jonka aikana luodaan keihäälle mahdollisimman suuri lähtönopeus (Morriss and Bartlett 1996). Tutkimusten mukaan vetovaihe kestää kokonaisuudessaan 0.16 – 0.18 sekuntia (Zatsiorsky 1995). Joidenkin kinemaattisten analyysien mukaan se voi kuitenkin olla vain 0.10 sekuntia (Valleala ym. 2016, 461). Vetovaihe voidaan jakaa kolmeen osaan: tukijalan maahantulo, vartalon kierto ja käden tekemä työ. Vetovaiheen aikana vartaloon luodaan suuri jännitystila, jonka voidaan sanoa purkautuvan jousipyssyn tavoin. (Kuva 7.) Vetovaihe on myös heiton riskialttein vaihe, jolloin tapahtuu eniten vammoja.



KUVA 7. Keihäänheiton vetovaihe (Tidow 1996).

Itse heittosuorituksen voidaan sanoa olevan kaksiosainen: ensiksi ladataan, jonka jälkeen laukaistaan. Usein onnistunut heitto tuntuu heittäjästä itsestään hitaalta siitä syystä, ettei aluksi keihäs liiku käytännössä mihinkään. Vasta kun vartalon jännitys laukeaa, keihäs lähtee liikkeelle nopeasti kiihtyen. (Bartonietz 2008.) Kun keihästä heitetään ”kädellä”, heittovaihe tuntuu nopealta, mutta on kuitenkin tehoton, koska käden voima ei riitä kiihdyttämään keihästä riittävästi. Taulukossa 2 on esitetty Aki Parviaisen maailmanmestaruusheiton vetovaiheen kinemaattisia muuttujia.

TAULUKKO 2. Aki Parviaisen MM-kultaheiton kinemaattiset muuttujat Sevillan vuoden 1999 maailmanmestaruuskisoissa (Campos ym. 2004).

	Muuttuja	Tulos
	Heiton pituus	89.52 m
	ristiaskel – tukijalka	260 ms
	tukijalka – keihään irrotus	120 ms
Vetovaiheen kesto (keihään irrotukseen)	Lantio	120 ms
	Olkapää	90 ms
	Kyynärpää	60 ms
Keihään irrotus	Keihään lähtönopeus	29.7 m/s
	Horisontaalinopeus	23.8 m/s
	Vertikaalinopeus	17.69 m/s
	Irrotuskorkeus	2.14 m
	Asentokulma	35.7 °
	Lähtökulma	36.6 °
	Hyökkäyskulma	-0.9 °
Nivelkulmat	Tukijalan kulma (törmäys)	170 °
	Tukijalan kulma (pettämisvaihe)	161 °
	Tukijalan kulma (aktiivisen työn vaihe)	168 °
	Kyynärkulma ristiaskeleella (180 = ojennettu)	158 °
	Kyynärkulma tukijalalla	119 °
	Kyynärkulma irrotusvaiheessa	159 °
Liikeakselit (90 = suoraan heittosuuntaan nähden)	Lantiokulma ristiaskeleella	141 °
	Lantiokulma tukijalalla	107 °
	Olkakulma ristiaskeleella	165 °
	Olkakulma tukijalalla	133 °

4.3.5 Tukijalka ja vartalon kierto

Tukijalan tullessa maahan, siihen kohdistuu suuri voima. Huippuheittäjillä siihen kohdistuva paino voi olla yli 400 kilogrammaa ja resultanttivoima jopa 700 kilogrammaa. (Korjus 1988.)

Tukijalan tehtävä on muodostaa kehoon suuri jännitys sen osuessa maahan kantapää edellä. Tukijalan polven kulma toimii vahvana indikaattorina heittäjän kykyyn siirtää kineettistä energiaa keihäaseen (Campos ym. 2004). Heiton pituuden kannalta on tärkeää, että alku- ja ristiaskelvauhdin aikana tuotettu vauhti pysyy tukijalan tullessa maahan. Vauhdin ja kineettisen energian vahvaa suhdetta on kuvattu taulukossa 3.

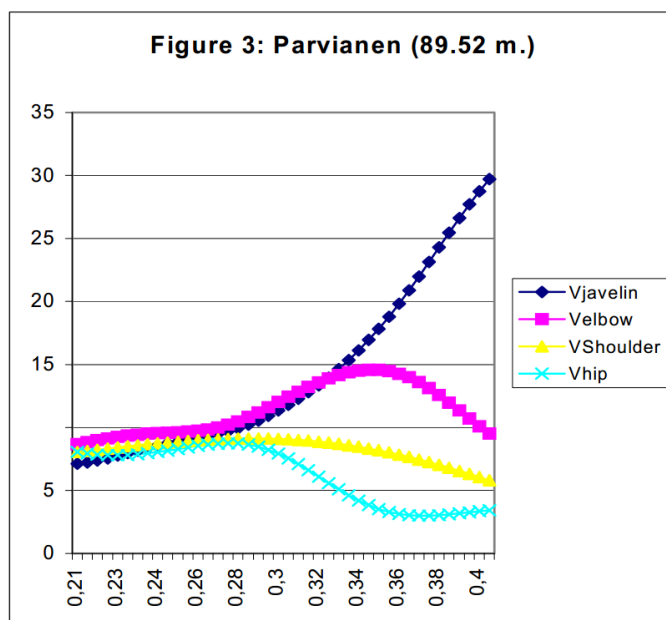
TAULUKKO 3. Vauhtijuoksun ja kineettisen energian suhde keihäänheittosuorituksessa. Mukaeltu Bartonietz 2008.

Vauhtijuoksun nopeus (m/s)	Kehon kineettinen energia (J)		
	Kehon massa (kg)		
	100	70	40
3	450	315	180
4	800	560	320
5	1250	875	500
6	1800	1260	720
7	2450	1715	980

Yksi yleisimmistä tekniikkavirheistä liittyy vauhdin hidastumiseen vetovaiheeseen tultaessa. Monilla heittäjillä tukijalan tullessa maahan polvinivel myös antaa hieman periksi, jolloin polvikulma pienenee. Tämä luonnollisesti heikentää elastisen energian hyödyntämistä ja vaikuttaa negatiivisesti kineettisen ketjun toimintaan. (Bartionez 2008.) Suuret voimat aiheuttavat tukijalan pettämistä, mikä asettaa suuret vaatimukset jalan ojentajalihaksille ja polvinivelen rakenteelle (Mero ym. 1994). Tutkimusten mukaan vakaampi polvikulma onkin yhteydessä parempaan suoriutumiseen (Menzel 1986; Salo & Viitasalo 1995; Bartonietz & Emrich 1997). Vakaan polvikulman lisäksi on tärkeää, että tukijalka tulee maahan mahdollisimman nopeasti. Tehokkaalla tukijalan aktivaatiolla voidaan tehostaa kineettisen energian käyttöä ja edelleen parantaa suorituskyykyä. (Bartionez 2008.)

Tukijalan iskeytyessä maahan se muodostaa kehoon ketjureaktion. Keihään kineettisestä energiasta jopa 60 % tuotetaan viimeisen 50 millisekunnin aikana ennen keihään irtoamista (Morriss & Barlett 1996). Tämä edelleen kuvaa, kuinka tärkeä rooli oikea-aikaisella ja vahvalla tukijalan toiminnalla sekä edelleen kineettisellä ketjulla on heiton kannalta.

Tilannetta voisi verrata auton törmäystestiin. Auton törmätessä esteeseen se pysähtyy, mutta kaikki auton sisällä oleva irtotavara, niin ilman turvavyötä oleva törmäysnukke kuin muutkin irtaimet esineet jatkavat samaa vauhtia eteenpäin kuin auto juuri ennen törmäyshetkeä kulki. Oikeakätisellä heittäjällä vasemman tukijalan iskeytyessä maahan lantion vasemman puoliskon vauhti pysähtyy. Samaan aikaan alavartalon oikea puoli kuitenkin jatkaa eteenpäin vauhdin antamalla voimalla. Tämä oikean alavartalon liike saa vartaloon aikaan suuren jännityksen, joka lopulta piiskaa käden ja keihään liikkeelle kuin jousipyssy nuolta ammuttaessa. Jotta ketjureaktio saadaan aikaan, on tärkeää, että heittäjä on oikeassa asennossa tukijalan iskeytyessä maahan. Juuri tämä ketjureaktio kuvaa kineettisestä ketjua, jonka tukijalan maahan iskeytyminen saa aikaan. Mielestäni voitaisiin sanoa, että keihäänheitossa on kyse enemmän keihään linkoamisesta kuin heittämisestä. Kuva 8 havainnollistaa jo aikaisemmin esitetyn Aki Parviaisen vetovaiheen muuttujia ja kineettisen ketjun eri vaiheita.



KUVA 8. Aki Parviaisen lantion (Vhip), olkapään (VShoulder), kyynärpään (Velbow) ja keihään (Vjavelin) nopeudet vetovaiheen aikana MM-kultaheitossa Sevillassa 1999 (Campos ym. 2004).

4.3.6 Käsi

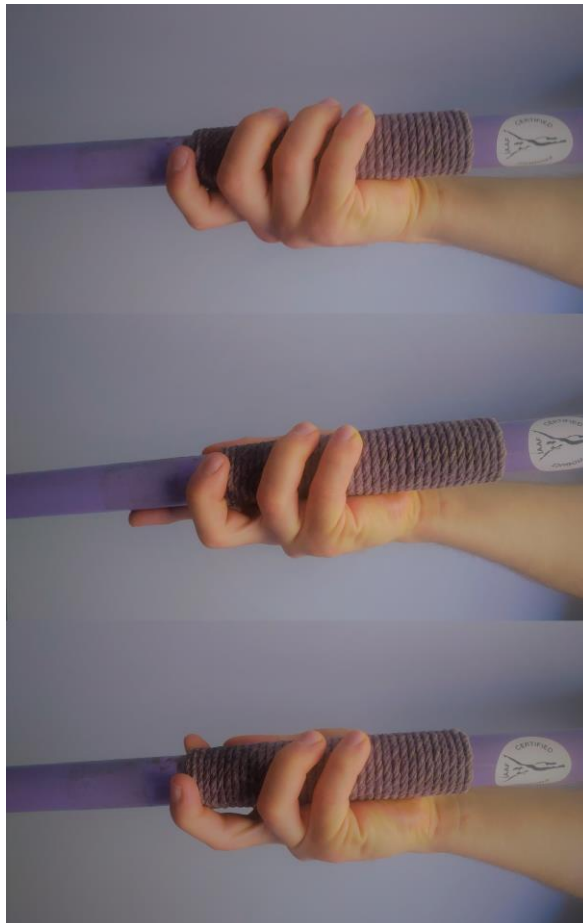
Alkujuoksussa heittokäden tehtävä on myötäillä rytmikkäästi juoksua, jotta se olisi mahdollisimman rentoa ja vaivatonta. Keihästä kannetaan päälaen korkeudella, heittokäden hartian yläpuolella. (Utriainen 1987, 66.) Tässä vaiheessa heittokäden kyynärpää muodostaa noin 60 asteen kulman. Alkujuoksussa vapaa käsi niin ikään myötäilee juoksua liikkeessään sivulla edestakaisin. Vapaan käden tulee pysyä rentona.

Ristiaskeljuoksuun tultaessa tapahtuu keihään ”taakse jättäminen” eli heittokäsi vedetään taakse lantio käännettäessä heittosuuntaan. Käden tulee pysyä ”kaukana”, jotta vedosta tulisi mahdollisimman pitkä ja laaja. Tässä vaiheessa heittokäden pitää pysyä suorassa hartiatasolla tai hieman sen alapuolella. Keihäs makaa heittokäden päällä, eikä sitä tule puristaa vaan edelleen käden tulee pysyä rentona. (Utriainen 1987, 68.) Ristiaskeljuoksun aikana vapaa käsi pysyttelee pienessä koukussa, mutta se on noussut ylös, hartiatasolle tai vähän sen yläpuolelle.

Vetovaiheessa on tärkeää, että heittokäsi ja keihäs pysyvät takana loppuun asti. Vasta muun kehon työskentelyn jälkeen käsi linkoaa keihään matkaan, jonka kehon jännitystilän purkautuminen mahdollistaa. (Bartonietz 2008.) Voidaankin sanoa, että keihäänheitossa heitetään kättä keihään sijaan. Heittokäden tulisi pysyä rentona vielä vetovaiheessakin. Yksi yleisimmistä tekniikkavirheistä onkin heittokäden ennenaikainen toiminta, joka aiheutuu käden jännittämisestä ja keihään puristamisesta. Vetovaiheessa on myös tärkeää, että heittokäsi liikkuu oikeaoppisesti suoraan ja korkealta hartiatason yläkautta. Tämä vähentää keihään värähtelyä ja siihen kohdistuvaa poikittaista voimaa. (Morriss & Bartlett 1994.) Alhaalta ja ”sivusta” lähtenyt heitto aiheuttaa hyvin usein pitkäaikaisia kyynärpäävammoja, jotka vaativat usein leikkaushoitoa. Sivusta lähteneessä heitossa heittokäsi ei nouse tarpeeksi ylös, vaan veto lähtee alhaalta kyynärpää edellä. Tällöin veto aiheuttaa kyynärpäähän suuren paineen, vaurioittaen tukikudosta. Ankonina (1975) mukaan käden liikerata on luonnollisempi, kun kyynärpää on vetovaiheessa valmiiksi hieman sisäkierrassa ja korkealla. Vetovaiheessa vapaa käsi aukaisee rintakehän nopealla liikkeellä tukijalan tultua maahan. Vapaan käden tulee pysyä vähän koukussa, jotta liike olisi mahdollisimman nopea.

4.3.7 Otteet keihäästä

Keihään kantamisessa käytetään tyypillisesti kolmea erilaista otetta. Näistä yleisemmät ovat niin sanotut etusormiote ja keskisormiote. Kolmas ote on nimeltään hankaote eli etusormi – keskisormiote. (Kuva 9.) (Utriainen 1987, 64.) Etusormiotteessa peukalo ja etusormi ovat narukierteen takana muiden sormien levätessä keihään päällä. Keskisormiotteessa eli ”suomalaisessa otteessa” peukalo ja keskisormi ovat narukierteen takana ja etusormi on taaimmaisena keihään pinnalla osoittaen keihään peräsuuntaan. Hankaote, josta käytetään myös nimeä ”amerikkalainen ote” poikkeaa kahdesta muusta otteesta merkitsevästi. Siinä etusormi ja keskisormi ovat narukierteen takana keihään ollessa näiden sormien välissä. Peukalo, nimetön ja pikkusormi ovat narukierteen päällä. (Gorski, 2003, 105.) Hankaotetta käytettäessä keihääseen syntyy vähemmän pyörimistä pituusakselinsa ympäri kuin etusormi- ja keskisormiotteessa (Utriainen 1987, 64).



KUVA 9. Otteet keihäästä. Ylin etusormiote, keskellä keskisormiote ja alimpana hankaote.

5 FYSIOLOGISET JA HERMOLIHASJÄRJESTELMÄN VAATIMUKSET

Keihäänheitto suorituksena on lyhyt ja intensiivinen, minkä takia energiatuotollisesti pääpaino on välittömissä energianlähteissä. Yksittäinen suoritus kestää noin 5-7 sekuntia. Greenhaff & Timmons (1998) mukaan intensiivisessä, maksimaalisessa 5-6 sekunnin suorituksessa pääasiallinen energiantuotto tapahtuu alaktisesti adenosiniinifosfaatista (ATP) ja fosfokreatiiniavarastoista. Koska keihäänheitto suorituksessa vain pieni osa tapahtuu maksimaalisella intensiteetillä, ei energiavarastojen voida ajatella olevan suorituskykyä rajoittava tekijä (Valleala ym. 2016, 455). Fosfokreatiiniavarastot palautuvat hyvin nopeasti. Kolmenkymmenen sekunnin aikana jo noin puolet ja kahden minuutin aikana jopa 85 % fosfokreatiiniavarastoista on palautunut. (Nummela 2016, 134.) Näin ollen heittojen välisen ajan ei myöskään voida ajatella rajoittavan suorituskykyä kilpailuissa.

Yleisen harjoitettavuuden ja hyvän palautumiskyvyn kannalta on tärkeää, että keihäänheittäjä omaa hyvän peruskunnon ja edelleen riittävät kestävyysominaisuudet. Lisäksi matalatehoinen aerobinen harjoittelu toimii erinomaisena palauttavana harjoitteluna suurta kuormitusta vaativassa lajissa. Ominaista keihäänheittäjille on, että heillä on kattava lajitausta lapsuudessa ja nuoruudessa, mikä osaltaan on hyvän peruskunnon rakentaja. (Valleala ym. 2016, 456-457.) Esimerkiksi Tero Pitkämäki on harrastanut lukuisia lajeja lapsuudessa. Valmentaja Hannu Kankaan mukaan kova peruskunto takaa sen, että Teron harjoitusvolyymi on pystytty pitämään erittäin korkeana ja suorittamaan jopa kolmen tunnin korkeaintensiteettisiä harjoituksia (Kangas 2018).

Kuten mainittu, keihäänheitossa vetovaihe on erittäin lyhyt ja suurin osa keihään lähtönopeudesta luodaan viimeisen 0.1 s aikana (Morriss and Bartlett 1996). Tämä kuvastaa nopean voimantuoton tärkeyttä suorituksessa. Voimaharjoittelussa keihäänheittäjän tuleekin hyödyntää venytysrefleksiä ja venymis-lyhenemissykliä, jotta suurta voimaa voidaan tuottaa mahdollisimman lyhyessä ajassa. Venymis-lyhenemissykliä voidaan hyödyntää, kun eksentristä voimantuottoa seuraa välittömästi voimakas konsentrisen lihassupistus. Tällöin eksentrisen työvaiheen potentioitunutta elastista energiaa voidaan hyödyntää konsentrisessä voimantuotossa. (Komi 1992).

Keihäänheitto eroaa kolmesta muusta heittolajista merkittävästi. Kevyemmän heittovälineen takia nopeusominaisuuksien merkitys korostuu keihäänheitossa enemmän kuin kuulantynnössä, moukarinheitossa tai kiekonheitossa. Tämän takia myös keihään irrotusnopeus on huomattavasti muita heittovälineitä suurempi. Kaikissa heittolajeissa esiintyy kaksi tärkeää liikemallia: proksimaalisesta distaaliseen etenevä liike-energian malli (*proximal-to-distal firing pattern*) sekä aktiivinen kehon segmenttien kiihdytys-hidastusmalli (*active acceleration-deceleration of body segments*). Ensimmäinen malli on tärkeimmässä roolissa keihään lähtönopeuden kannalta. Mallilla kuvataan sitä, että vartaloa lähellä olevat proksimaaliset, vahvat lihakset tulisi aktivoitua ennen heikompia, distaalisia lihasryhmiä. Tällöin liike-energia siirtyy proksimaalisista osista distaaliin ja edelleen keihääseen. Kehon segmenttien kiihdytys-hidastusmallilla kuvataan tilannetta, jossa heittäjän luoma nopeus vauhdionoton aikana pysäytetään voimakkaasti tullessa tukijalalle luoden voimakkaan liike-energian kehon eri segmenteille. Mallissa hyödynnetään liikemäärää, joka lopulta siirretään alaraajojen kautta yläraajoille ja edelleen keihäälle luoden suuren lähtönopeuden. (Young 2001.) Molemmat edellä esitetyt mallit liittyvät vahvasti kineettisen ketjun toimintaan.

Tutkimusten mukaan keskivartaloa lähimpänä olevat lihakset ovat päävastuussa keihään kiihdytyksestä (Young 2001). Tämän takia harjoittelussa tulisi kiinnittää erityistä huomiota lantion ojentaja-, pakara-, etureisi- ja vatsalihaksille (Kaufman 1999). Suorituskyvyn maksimoimiseksi, yksittäisen harjoituksen tulisi sisältää elastisia komponentteja hyödyntäviä maksimaalista ja räjähtävää voimantuottoa vaativia harjoituksia kyseisille lihasryhmille (Wilk ym. 1993). Koska vauhdinotolla on merkittävä vaikutus suorituskykyyn, on myös tärkeä kiinnittää erityistä huomiota jalkojen voima- ja nopeusominaisuuksiin (Zatsiorsky 1995). Tukijalkaan kohdistuvan suuren voiman takia tulee harjoittelun sisältää myös eksentristä harjoittelua (Bartoniets, 2000).

Suomen Urheiluliiton laatimat ominaisuusnormistot mies- ja naiskeihäänheittäjille ovat esitetty taulukoissa 4 ja 5. Vaatimukset ovat viitteellisiä, mutta ne antavat suuntaa keihäänheittäjältä vaadittavista ominaisuuksista. Lisäksi niitä tulee seurata yksilöllisesti jokaisen urheilijan kohdalla. Valleala ym. (2016, 458-459) mukaan eliittitason urheilijoita on noussut huipulle hyvin erilaisin ominaisuuspohjin. Esimerkiksi Julius Yegon (92.72 m) ja Aki Parviaisen (93.09 m) fyysiset ominaisuudet ovat poikenneet toisistaan huomattavasti. Pienikokoisena heittäjänä

Yegon nopeusvoima- ja maksimivoimatasot ovat olleet huomattavasti Parviaista heikompia, mutta hän on omannut erittäin vahvan teknisen osaamisen ja liikkuvuuden. Tämä korostaa ominaisuustaulukoiden viitteellisyyttä.

TAULUKKO 4. Miesten keihäänheiton ominaisuusnormisto (Auvinen 2011).

Ominaisuus	Yksikkö									
Tulos 600 g	m	70	75	80						
Tulos 800 g	m	50	55	60	65	70	75	80	85	90+
RTE	kg	50	60	70	75	86	95	100	110	120
RRV		70	80	90	100	115	130	140	145	150
JKE		80	90	100	110	130	150	170	180	190
JKT		100	110	120	130	150	170	190	200	200
PP		70	80	90	100	115	120	135	140	145
Yliveto		60	70	80	90	95	100	110	120	125
5-VL	cm	1350	1400	1450	1500	1580	1600	1620	1640	1660
3-TL		800	820	80	900	930	960	1000	1020	1050
1-TL		260	270	280	290	300	305	310	320	325
P.Y.T 5 kg	cm	1500	1550	1650	1750	1850	1950	2000	2050	2100
P.Y.E 4 kg		1200	1300	1400	1500	1600	1800	1900	2000	2100

RTE = raakatempaus; RRV = raaka rinnalleveto; JKE = etukyykky; JKT = takakyykky; PP = penkkipunnerrus; 5-VL = 5-vuoroloikka; 3-TL = 3-tasaloikka; 1-TL = 1-tasaloikka; P.Y.T = kuulan heitto pään yli taakse; P.Y.E = kuulan heitto pään yli eteen.

TAULUKKO 5. Naisten keihäänheiton ominaisuusnormisto (Auvinen 2011).

Ominaisuus		Yksikkö					
Tulos 600 g	m	50	55	60	65	70	75
RTE	kg	40	50	60	70	80	90
RRV		50	70	80	90	100	110
JKE		50	70	80	90	100	110
PP		60	70	75	80	90	95
Yliveto		50	55	60	65	70	75
5-VL	cm	1250	1300	1350	1380	1410	1420
3-TL		770	800	830	850	880	900
1-TL		240	250	255	260	265	270
P.Y.T 4 kg	cm	1500	1600	1700	1750	1800	1850
P.Y.E 2 kg		1700	1800	1900	2000	2100	2200

RTE = raakatempaus; RRV = raaka rinnalleveto; JKE = etukyykky; PP = penkkipunnerrus; 5-VL = 5-vuoroloikka; 3-TL = 3-tasaloikka; 1-TL = 1-tasaloikka; P.Y.T = kuulan heitto pään yli taakse; P.Y.E = kuulan heitto pään yli eteen.

6 KEIHÄÄNHEITON NYKYTILA JA TULEVAISUUS SUOMESSA

Keihäänheitto on kasvattanut kansainvälisesti suosiotaan viime vuosien aikana merkittävästi. Menestyviä heittäjiä tulee lähes joka puolelta maailmaa, kun ennen maailman kovimmat heittäjät painottuivat lähinnä Eurooppaan ja Yhdysvaltoihin. Suomi on ollut kautta aikain yksi maailman johtavista keihäsmaista. Keihäänheitto on kuulunut suomalaisen urheilun menestyneimpiin lajeihin, minkä takia yhä edelleen arvokisoissa odotukset ovat kovat lajin suhteen.

Suomen urheiluliiton (SUL) valmennusryhmät jaetaan iän ja tason mukaan neljään ryhmään: Team Finland, EM-ryhmä, Nuorten EM-ryhmä sekä Nuorten maajoukkue -ryhmä. Kaudeksi 2018-2019 Team Finlandiin nimettiin ennalta laadittujen tulostaulukoiden mukaan 15 urheilijaa, joista kolme oli keihäänheittäjiä ja yksi vammaisurheilija keihäänheiton F34-luokassa. Sen sijaan nuorten EM-ryhmään kuului kuusi keihäänheittäjää, kun vuonna 2017 vastaava luku oli kolme. (Suomen Urheiluliitto 2018.)

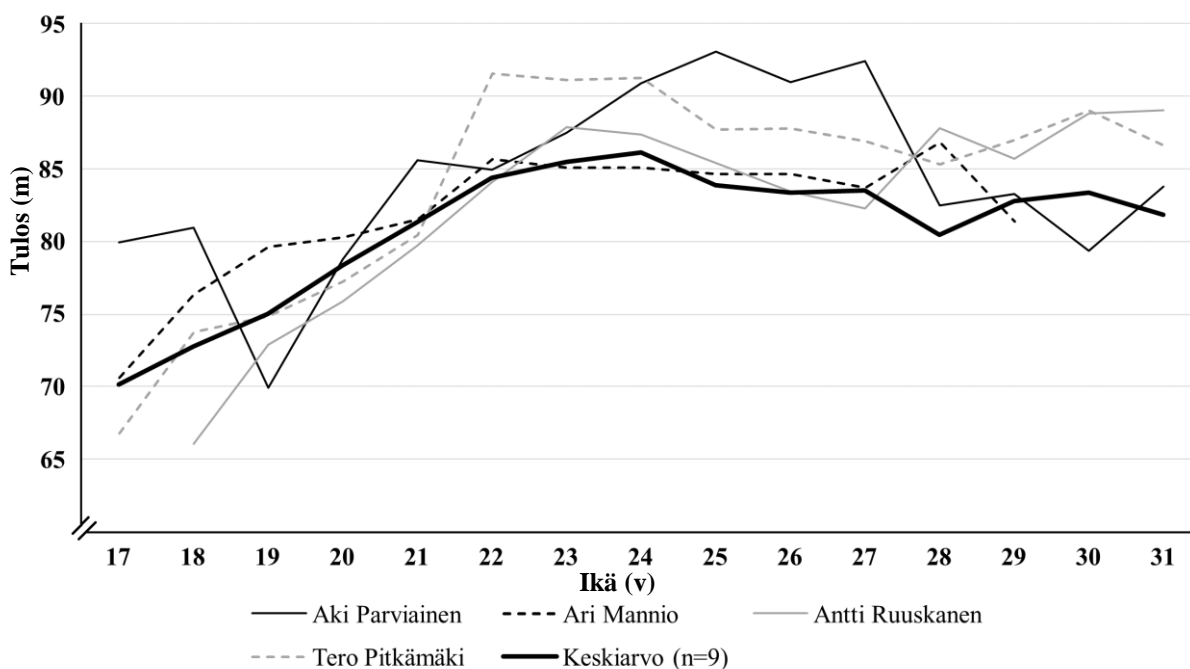
Eri lajien valmennusjärjestelmät ovat osa SUL:n valmennusjärjestelmää. Seurat ja piirit vastaavat nuorten, alle 14-vuotiaiden valmennuksesta ja leirityksestä. Yli 14-vuotiaiden valmennusryhmien toiminnasta vastaa SUL:n valmennusjohtaja. (Valleala ym. 2016, 460.) Vuodesta 2018 alkaen SUL:n valmennusjohtaja on toiminut Kari Niemi-Nikkola. Keihäänheiton lajivalmentajina vuoden 2016 lopusta lähtien on toiminut Petteri Piironen ja Olavi Parjanen. Lajivalmentajat ovat päävastuussa keihäänheiton maajoukkueohjelmasta. Ohjelma tarjoaa urheilijoille laadukasta valmennusta ja sen valmennuksen tukemista. Keihäänheiton maajoukkueoryhmä kokoontuu kuudesti vuodessa, jolloin urheilijoille tarjotaan tekniikan sekä fyysisten ominaisuuksien seurantaa. Ohjelman tavoitetta on kuvattu seuraavalla tavalla: *”Keihäänheiton maajoukkueohjelman tavoitteena on toimia järjestelmänä, joka jatkaa suomalaisen keihäänheiton menestyksestä perinnettä aikuisten arvokilpailuissa”*. (Suomen Urheiluliitto 2020.) Suomessa keihäänheiton oppia ja tietämystä jakavat lisäksi muun muassa alueelliset keihäskoulut, Pihtiputaan Keihäskarnevaalit sekä Keihäsolympiadi (Valleala ym. 2016, 462-463).

Suomalainen keihäänheitto on enemmän tai vähemmän murrostilassa. Kestomenestyjien ikääntyessä nuorten lupausten odotetaan ottavan enemmän sijaa ja olevan valmiita vastaamaan keihäskansan koviin odotuksiin. Kehoa poikkeuksellisen kuormittavan luonteen takia, keihäänheitto aiheuttaa vammoja, jotka vaativat myös usein leikkaushoitoa. Yksi menestyvän heittäjän kulmakivistä onkin terveenä pysyminen. Muun muassa Tero Pitkämäki yhdessä valmentajansa Hannu Kankaan kanssa on useasti korostanut terveenä pysymisen tärkeyttä ja sen yhteyttä menestymiseen. Valitettavasti viime vuosina loukkaantumiset ovat kuitenkin varjostaneet myös nuorten lupausten kehitystä. Tästä huolimatta tänäkin päivänä suomalaisissa nuorissa keihäänheittäjissä on paljon potentiaalia lajin kansainväliselle huipulle asti. Tämä pohjautuu vahvasti suomalaiseen lajitietämykseen ja aikaisempaan menestykseen lajin parissa.

Tyypillistä on, että menestyneet keihäänheittäjät ovat omanneet kattavan lajitaustan lapsuudessa ja nuoruudessa. Huomionarvoista on myös, että urheilijat ovat nousseet huipulle hyvin erilaisin lajitaustoin ja pelkästään keihäänheiton lajitaustalla ei luultavasti ketään ole saavuttanut suurta menestystä. (Valleala ym. 2016, 457.) Näin ollen määrällisesti suuri ja monipuolinen harrastaminen lapsuudessa ja nuoruudessa koetaan hyväksi pohjaksi keihäänheittouralle.

Suomessa 2000-luvulla menestyneet keihäänheittäjät ovat tehneet ennätyksensä keskimäärin 24 vuoden iässä, jonka jälkeen tulokunto on lähtenyt hieman laskemaan (kuva 10). Luultavasti myös tähän on vaikuttanut merkittävästi kehoa poikkeuksellisen kovaa kuormittava lajin luonne sekä urheilijoiden uran aikaiset loukkaantumiset. Muissa heittolajeissa, kuten kuulantyyntöissä ja kiekonheitossa urheilijat ovat tyypillisesti kyvykkäämpiä kilpailemaan vielä huomattavasti vanhempina kuin keihäänheittäjät. Kuulantyyntöissä Suomen menestyneimmistä urheilijoista Mika Halvari on työntänyt ennätyksensä hallissa vasta 30 vuoden iässä, Arsi Harju 26-vuotiaana Sydneyn olympialaisissa ja Reijo Ståhlberg niin ikään 26-vuotiaana. Kiekonheitossa paras tulokunto saavutetaan usein vielä myöhemmällä iällä. Suomen kaksi kaikkien aikojen parasta kiekonheittäjää, Frantz Kruger ja Timo Tompuri ovat molemmat heittäneet ennätyksensä vasta 32 vuoden iässä.

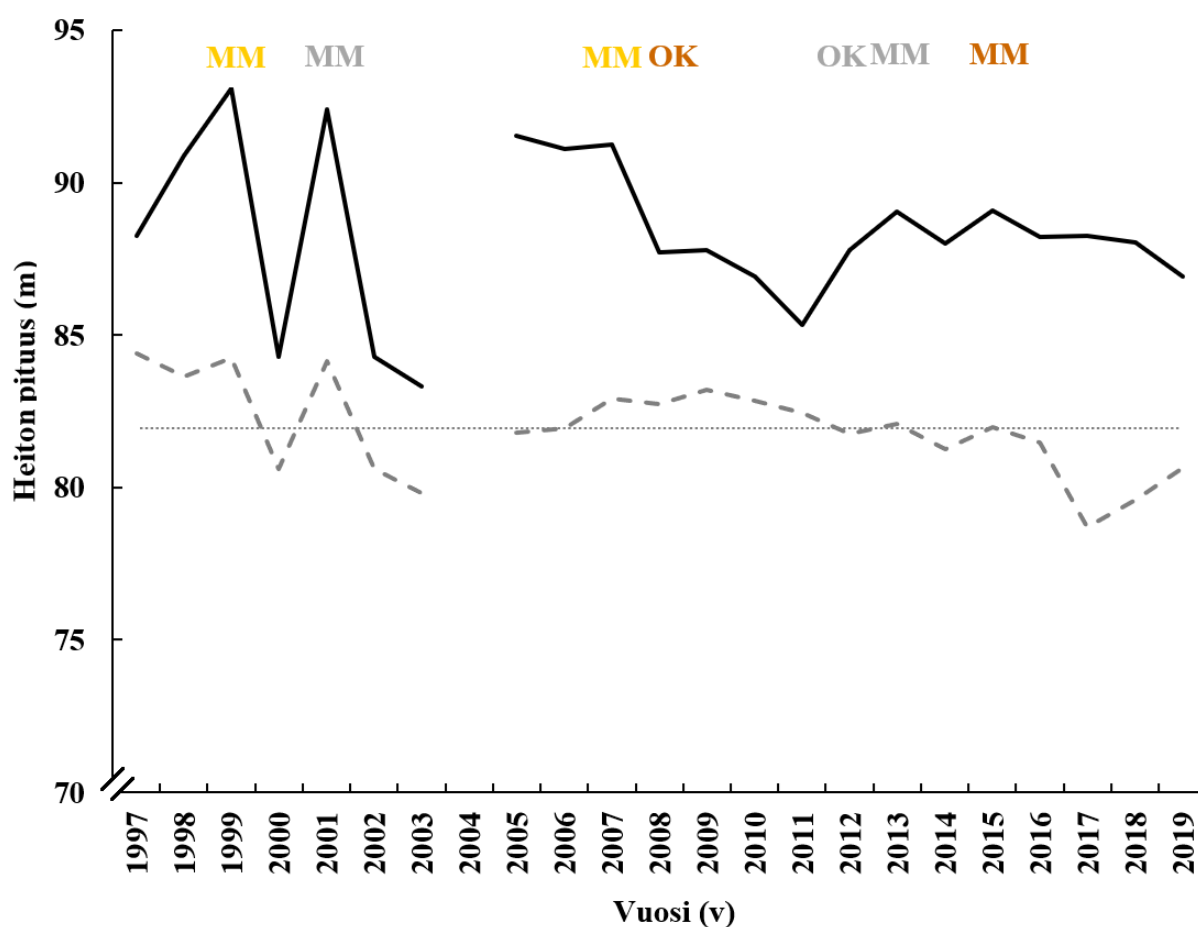
Vaikka keihäänheitossa menestyminen ajoittuu usein jo melko nuorelle iälle, on myös tässä poikkeuksia. Esimerkiksi Antti Ruuskanen on heittänyt ennätöksensä 31-vuotiaana ja Seppo Rätty uudella keihäsmallilla vasta 30 vuoden iässä. Niin ikään Suomen ennätysmies Aki Parviainen on heittänyt yli 92 metriä vielä 27-vuotiaana, vaikka Suomen ennätyksen (93.09 metriä) 24 vuoden iässä. Menestyneille heittäjille tyypillistä onkin, että heidän tuloskuntonsa on pysynyt yllä vielä myöhemmällä iällä. Tähän on luultavasti vaikuttanut paitsi progressiivinen ja laadukas harjoittelu keihäänheittäjänä, myös vahva peruskunto ja monipuolinen lajitausta lapsuudessa ja nuoruudessa. Kuvassa 10 on esitetty 2000-luvulla Suomea arvokisoissa edustaneiden heittäjien tuloskehitys.



KUVA 10. Neljän 2000-luvun suomalaisen arvokisaedustajan tuloskehitys. Keskiarvo (paksu viiva) pitää sisällään yhdeksän suomalaisen arvokisaedustajan tuloskehityksen 2000-luvulla. Tilastot: tilastopaja.fi (Luettu 2.5.2019).

Kuten mainittu, Suomessa odotukset arvokisamenestymisen suhteen keihäänheitossa ovat olleet korkealla kautta aikain. Tämä johtuu puhtaasti menestyksestä kyseisessä lajissa. Viime vuosina on kritisoitu useasti mediassa, ettei suomalaisen keihäänheiton taso ole enää samalla tasolla kuin menneinä vuosina ja vuosikymmeninä. Onkin totta, että keskiarvoisesti Suomen

miesten keihäänheiton taso on hieman laskenut viime vuosina, mutta muutos on erittäin pieni (kuva 11). Sen sijaan 90 metrin heittoa ei ole suomalaisessa keihäänheitossa nähty vuoden 2007 jälkeen ja samaan aikaan taso kansainvälisesti on kasvanut merkittävästi. Tämä on luultavasti vaikuttanut yleiseen kuvaan keihäänheiton tasosta Suomessa. Menestystä on kuitenkin tullut myös 2010-luvulla arvokisoissa ja Suomessa on edelleen vuosittain monia kehittyviä, potentiaalisia nuoria keihäänheittäjiä, joilta voi tulevaisuudessa odottaa menestystä. Kauden kärkitulokset ja keihäänheiton tulostaso vuosina 1997-2019 ovat havainnollistettu kuvassa 11.



KUVA 11. Kauden kärkitulokset (musta viiva) ja kymmenen parhaan heittäjän keskiarvo (katkoviiva) kullakin kyseisellä kaudella sekä arvokisamenestys (maailmanmestuuksikat, MM ja olympialaiset, OK) vuosina 1997-2019. Suora keskiviiva = kymmenen parhaan heittäjän keskiarvo vuosina 1997-2019. Mitalit: **kulta**, hopea, **pronssi**. Vuotta 2004 ei tilastoitu. Tilastot: tilastopaja.fi (Luettu 1.7.2020).

Suomalainen keihäänheittäjä Lassi Etelätalo on kuvannut Suomen keihäänheiton tilaa seuraavalla tavalla: *”Miehissä on todella potentiaalisia nuoria heittäjiä (erityisesti Oliver Helander), mutta samalla heittäjien määrä on todella paljon vähentynyt. Lajin luonteen takia monen ura jää kesken ennen huipputuloksia niin olisi hyvä olla useampi hyvä nuori heittäjä, että joku edes nousisi sitten huipulle eli yli 80 metrin tuloksiin. Viime vuosina liian moni on jäänyt siihen 75-80 metrin välille. Vielä nuoremmissa on sama tilanne, että hirveän vähän heittäjiä verrattuna vaikka 10 vuoden takaiseen, saati sitten 20 tai 30 vuotta taaemmas. Uskon, että yksittäisiä kovia heittäjiä voi jatkossakin tulla, mutta epäilen että laajempaa rintamaa yli 80 metrin ei nähdä. Esimerkiksi itse heitin 79.70 vuonna 2009 ja olin Suomen tilaston 10. niin sellaista on vaikea nähdä tapahtuvan lähitulevaisuudessa.”* (Etelätalo 2020.)

7 URHEILIJA-ANALYYSI: LASSI ETELÄTALO

Urheilija-analyysissä esitellään viime vuoden menestynein suomalainen keihäänheittäjä Lassi Etelätalo (synt. 30.4.1988) (kuva 12). Etelätalon ennätys 84.98 on vuodelta 2014. Hän on edustanut Suomea aikuisten arvokisoissa kahdesti. Vuonna 2014 Zürichin Euroopan mestaruuskisoissa Etelätalo sijoittui neljänneksi ja vuoden 2019 maailmanmestaruuskisoissa Dohassa oli sijoituksena niin ikään neljäs sija. Maaotteluedustuksia hänelle on kertynyt neljä kappaletta (2008, 2010, 2017 ja 2019). Nuorten arvokisoissa Etelätalo on edustanut Suomea kahdesti ja haalinut nuorten suomenmestaruuskisoista seitsemän mitalia. Kalevan kisoissa Lassi on saavuttanut hopeaa vuonna 2014, pronssia 2017 ja oli viime vuoden, 2019 suomenmestari. Urheilija-analyysi perustuu Lassi Etelätalon haastatteluun 22.7.2020.



KUVA 12. Lassi Etelätalo Dohan MM-kilpailuissa vuonna 2019 (Yle 2019).

7.1 Lapsuus ja nuoruus

Etelätalon lapsuus ja nuoruus ovat sisältäneet monipuolisesti paljon liikkumista. Pienenä poikana Lassi on harrastanut useita erilaisia pihapelejä kotonaan Joensuussa. Heittämisen liikemalli opittiin jo tällöin heittämällä pihassa kiviä ja keppejä (kuva 13). Kouluiässä alkoi eri

liikuntalajien harrastaminen. Yleisurheilun ohella Etelätalo aloitti jalkapallon ja tenniksen sekä oli mukana koulun lajikerhoissa. Ensimmäisen keihäänsä Lassi sai 9-vuotiaana, jonka jälkeen hän aloitti kilpailun keihäänheitossa.



KUVA 13. Lassin lahjakkuus heittäjänä havaittiin jo varhaislapsuudessa.

Yläkoulussa (2001-2004) Etelätalo oli liikuntaluokalla ja 14-vuotiaana jalkapallon harrastaminen loppui, johon vaikutti erityisesti kasvuiässä lisääntyneet polvivaivat. Yleisurheilussa Lassi harrasti kaikkia lajeja aina 15-vuotiaaksi asti, mutta jo pienestä pitäen hänellä oli lahjoja erityisesti keihäänheitossa. Tässä vaiheessa hän osallistui ensimmäisen kerran Pithtiputaan keihäskarnevaalien keihäskouluun. Tennistä Etelätalo harrasti 17-vuotiaaksi, jonka jälkeen keskittyminen on ollut yksin keihäänheitossa. Ikävuosina 12-18 Etelätalo oli mukana piiri- ja alueleireillä Tanhuvaaran urheiluopistossa. Vuonna 2004 Pajulahden urheiluopistolla käynnistettyyn keihäsolympiadi projektiin Etelätalo pääsi heti mukaan, jossa hän osallistui kyseisen ikälukan keihäänheittäjien ryhmävalmennukseen. Lukion Lassi suoritti vuosina 2004-2007, jonka jälkeen hän aloitti varusmiespalveluksen. Etelätalo pääsi armeijan urheilukouluun, joka oli tärkeä vuosi eritoten heittäjän fyysisten ominaisuuksien kehittymisen kannalta. Tällöin myös painoa kertyi peräti kymmenen kiloa ja harjoittelusta tuli ammattimaista. Tuloksessa tämä näkyi merkittävänä paranemisena (68 m → 76 m). Vuonna 2006 Olavi Parjanen aloitti valmentamaan Lussia. Huomionarvoista on, että henkilökohtainen

valmentaja tulikin mukaan vasta Etelätalon ollessa 18-vuotias. Vuonna 2007 mies pääsi ensimmäisen kerran myös mukaan nuorten arvokisoihin Hangeroon Alankomaihin, jossa tuloksena oli 15. sija.

7.2 Kehitys aikuisiällä

Vuonna 2009 Etelätalon tuloskehitys jatkui verkkaisesti ja ennätys paranikin useassa kilpailussa. Ennätysten 79.70 Etelätalo heitti kesäkuun lopulla Pihtiputaan keihäskarnevaaleilla. Samana vuonna Etelätalo valittiin Suomen U23 EM-kisajoukkueeseen. Liettuan Kaunasissa käydyissä kilpailuissa tuloksena oli 75.21 ja 9. sija. Samana kautena kisoja kertyi myös suuri määrä, 20 kappaletta. Tuolloin tulevaan kauteen Etelätalolla oli selkeä tavoite, 80 metrin rajan rikkominen. Kauden 2010 tuloskehitys ei jatkunut kuitenkaan entisellä tutulla tavalla, vaan kauden parhaaksi jäi 77.58. Kautta varjosti pienet vaivat, jotka vaikuttivat miehen tekniikkaan. Samaisena vuonna Etelätalo kärsi 22-vuotiaiden SM-kilpailuissa kahden senttimetrin tappion ja sijoittui toiseksi. Myös kilpailut jäivät kyseisenä kautena huomattavasti edellistä vähäisemmälle.

Vaikka tuleva harjoituskausi oli vaikea, räväytti Etelätalo kauden 2011 alkajaisiksi Leppävirralla oman uuden upean ennätöksensä 84.41. Ensimmäisen kisan jälkeen kesäkuun alkupuolella mies joutui kuitenkin tyräleikkaukseen ja kausi jäikin seitsemään kisaan ja edessä oli vielä polvileikkaus. Seuraava talvi meni pitkälti kuntoutuessa polvileikkauksesta. Kesänä 2012 Etelätalo jäi Lontoon olympiakisoissa varamieheksi ja sama kohtalo oli EM-kotikisoissa. Samaisena kesänä mies sai kuitenkin ensimmäisen kokemuksen Timanttiliigasta, Monte Carlon osakilpailussa. Kaudella 2012 Etelätalo sai vakiinnutettua tasonsa enimmäistä kertaa 80-metrin tuntumaan, jolloin viidessä kisassa kymmenestä 80-metrin raja ylittyi ja kilpailujen keskiarvo oli yli 79 metriä. Vuonna 2013 Lassi perusti kolmen muun keihäänheittäjän kanssa ”Keihäskommuunin”, jolloin heittäjät muuttivat Pajulahteen asumaan ja harjoittelemaan yhdessä. Harjoituskausi olikin hyvä, mutta kesän kisat jäivät vähäisiksi vammojen takia ja kauden parhaaksi noteeraukseksi jäi 80.39.

Vuonna 2014 Leo Pusasta tuli Etelätalon valmentaja. Lassi aloitti kauden suhteellisen myöhään kyynänpäävaivojen takia. Ensimmäisessä kisassa heinäkuun lopulla syntyi kuitenkin oma ennätys 84.98 ja sitä myöten mies pääsi taistelemaan edustuspaikasta EM-kilpailuihin, jotka järjestettiin heti kolmen viikon päästä Zürichissä Tsekissä. Elokuun Kalevan kisat toimivat viimeisenä näytön paikkana. Etelätalo voitti tuolloin Ari Mannion 24 senttimetrillä, joka siivitti miehen EM-kisakoneeseen yhdessä Tero Pitkämäen ja Antti Ruuskasen kanssa. Kisat olivatkin suomalaisittain menestys, sillä Ruuskanen voitti kultaa, Pitkämäki pronssia ja Etelätalo sijoittui neljänneksi (kuva 14).



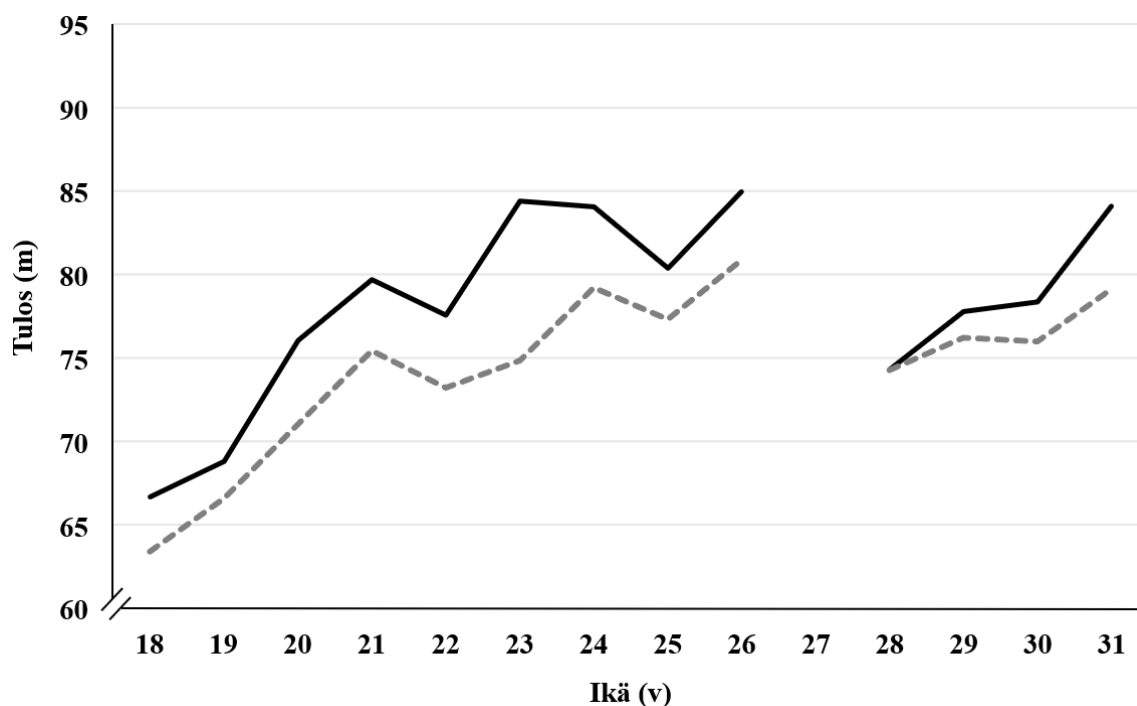
KUVA 14. Suomen keihäänheittäjät Zürichin EM-kisoissa 2014.

Tulevat kaudet Etelätalo kärsi kyynänpäävaivoista. Hän ei kilpaillut kaudella 2015 lainkaan ja vuonna 2016 kertyi vain yksi kilpailu. Kaudella 2017 Lassi sai ehjän kilpailukauden ja seitsemän kisaa, muttei ollut tuloksellisesti samalla tasolla. Kalevan kisoista käteen jäi kuitenkin pronssi ja mies pääsi edustamaan Suomea Ruotsi-otteluun. Kaudella 2018 Etelätalo kisasi 11 kertaa, mutta 80 metrin heittoja ei kaudella nähty. Harjoituskautta varjosti nilkkaleikkaus, joka osaltaan selitti miehen tulokuntoa. Samana kesänä myös Berliinin EM-kilpailut jäivät väliin, joka oli Lassille iso pettymys. Seuraavana talvena harjoittelukausi oli hyvä ja Etelätalo heitti kaudella 2019 seitsemässä kilpailussa yli 80 metriä. Kyseisellä kaudella

Etelätalo voitti myös ensimmäisen suomenmestaruutensa ja pääsi taistelemaan Dohan MM-kisapaikasta. Antti Ruuskanen ja Oliver Helander olivat valittu kisajoukkueeseen, mutta kolmannelta paikasta taistelivat käytännössä Etelätalo ja Toni Kuusela. Syyskuun alussa SUL nimesi Etelätalon kisajoukkueeseen, eikä turhaan. Etelätalo sijoittui kisojen parhaana suomalaisena neljänneksi, joka on tähän mennessä miehen uran kovin saavutus.

Vuodelle 2020 Lassi Etelätalo on asettanut tavoitteekseen uuden ennätyksen. Toinen tavoite, Tokion 2020 Olympialaiset sekä siellä menestyminen siirtyvät vuodella vallitsevan epidemiatilanteen vuoksi. Kokeneena heittäjänä ja arvokisakävijänä voimme varmasti odottaa mieheltä menestystä myös tulevaisuudessa.

Loukkaantumisten ja vammojen takia Lassin tuloskehitys on ollut kokonaisuudessaan vaihteleva. Ennätys 84.98 on syntynyt 26-vuoden iässä, mutta Etelätalo on heittänyt ennätyksensä tuntumaan useana kautena. Myös hänen kauden aikaisten kilpailujen tulokset ovat myötäilleet vahvasti kauden parasta tulosta. Tuloskehitys nuoruudesta tähän päivään on esitetty kuvassa 15. Taulukossa 6 tiivistetysti Etelätalon urheilijan polku ja menestyminen.



KUVA 15. Lassi Etelätalon tuloskehitys 18-31-vuotiaana. Musta viiva on kauden paras tulosnoteeraus ja katkoviiva kuvaa kauden kilpailuiden keskiarvoa. Kaudella 2016, 28-vuotiaana Etelätalo kilpaili kerran ja tämän takia keskiarvo sekä kauden paras tulos ovat samat.

TAULUKKO 6. Lassi Etelätalon urheilijan polku ja menestys lapsuudesta tähän päivään.

Vuosi/ ajanjakso	Urheilijan polku/ura	Menestys
Lapsuus Kouluikä	Pihapelit ja leikit Yleisurheilu (6-15) Jalkapallo (6-14) Tennis (7-17) Koululiikunta ja koulun lajikerhot	
Nuoruus	Yläkoulun liikuntaluokka (2001-2004) Pihtiputaan keihäskarnevaalien keihäskoulu Piiri- ja alueleirit Tanhuvaarassa (12-18) Keihäsolympiadi (16-24) Lukio	P14, 17.sija P15, 12.sija P16, 7.sija P17, 3.sija
2006	SUL:n maajoukkueryhmät ensimmäinen henkilökohtainen valmentaja, Olavi Parjanen	M18, 3.sija
2007	Armeijan urheilukoulu Ensimmäinen ulkomaanleiri Ensimmäiset nuorten arvokisat, Hangelo	M19, 3.sija 19-v EM-kisat, 15.sija
2008	Ensimmäiset Kalevan kisat	
2009	Ennätyksen merkittävä paraneminen (79.21) Arvokisaedustus, Kaunas	SM-kisat, 7.sija U23 EM-kisat, 9.sija
2010	80 metrin tavoite Vaivoja	M22, 2.sija SM-kisat, 9.sija
2011	80 metrin raja rikki Merkittävä ennätysparannus (84.41) Polvi- ja tyräleikkaukset	SM-kisat, 12.sija
2012	varamies EM- ja olympiakisoissa Kilpailu Timanttiliigassa, Monte Carlo	SM-kisat, 4.sija
2013	Keihäskommuunin perustaminen Vammoja	SM-kisat, 6.sija
2014	Leo Pusa valmentajaksi Ennätys 84.98 Ensimmäiset miesten arvokisat, Zürich	SM-kisat, 2.sija EM-kisat, 4.sija
2015	Vaivoja	
2016		
2017	Maaottelu-edustus	SM-kisat, 3.sija
2018	Nilkkaleikkaus	SM-kisat, 4.sija
2019	Suomen mestaruus Maailmanmestaruuskisat, Doha Maaottelu-edustus	SM-kisat, 1.sija MM-kisat, 4.sija

7.3 Harjoittelu

Etelätalo käyttää yksinkertaista kausijaottelumallia ja hän kilpailee vain kesäisin. Harjoittelulle on tyypillistä, että kauden edetessä intensiteetti nousee ja volyyymi laskee. Kuitenkin Etelätalo toteuttaa kauden aikana useamman vaihtelevan harjoittelujakson. Miehen harjoittelua on kuvattu taulukossa 7.

TAULUKKO 7. Lassi Etelätalon harjoittelukausiensa jaksotus ja toteutus.

Harjoituskausi	Toteutus
Ylimenokausi	<ul style="list-style-type: none">- kesto noin 1 kk- liikuntaa eri muodoissa- lepoa- (leikkaukset ja kuntoutukset)
Peruskuntokausi (lokakuu-joulukuu)	<ul style="list-style-type: none">- suuri volyyymi, matala intensiteetti- heitot ylipainoisilla moukuilla ja kuntopallolla, paikaltaan/kävelyvauhti (ei keihästä)
Tammikuu-helmikuu	<ul style="list-style-type: none">- intensiteetin merkittävä nousu- lyhyempiä sarjoja- toistot 1-5- pitkät palautukset- edelleen volyyymi korkeahko- heittoharjoitus keihäällä 1 krt/viikko
Helmikuu-maaliskuu	<ul style="list-style-type: none">- ulkomaanleiri- suuri intensiteetti- fyysisten ominaisuuksien testaaminen: loikat, kuulaheitot, puntti- heittoihin mukaan myös kisavauhtia lähestyviä heittoja- harjoittelua, joka mahdollistaisi myös kilpailemisen (ei kuitenkaan kilpailuja tässä vaiheessa harjoituskautta)

Maaliskuu-huhtikuu	<ul style="list-style-type: none"> - lyhyt peruskuntajakso - lyhyet palautukset - volyyymi ylös - intensiteetti alas - keihäällä heittämisen lisäksi moukun heittoa
Kilpailuun valmistava kausi (huhtiku-toukokuu)	<ul style="list-style-type: none"> - harjoittelu toteutetaan heittämisen ehdoilla - korkeaintensiteettistä harjoittelua - volyyymi melko korkea
Kilpailukausi (toukokuu-syyskuu)	<ul style="list-style-type: none"> - harjoittelun määrä laskee - painopisteinä rentous ja terävyys - yksi 2-3 viikon kovempi harjoittelujakso

Ohessa on myös esitetty Lassi Etelätalon kilpailukauden harjoitusviikko ennen Lahdessa käytyjä Motonet GP:n kisoja (taulukko 8). Lassi aloitti kauden kyseisissä kisoissa 15.7.2020.

TAULUKKO 8. Etelätalon kilpailua edeltävän viikon harjoittelu kilpailukaudella.

Päivämäärä	Harjoitukset
Tiistai 7.7	Heittoharjoitus: <ul style="list-style-type: none"> - alkulämmittely - juoksukoordinaatiot 10 × 30 m - keihäskävelyt 6 × 25 m - heitot paikaltaan 3 × 6 kpl (1 kg moukku) - heitot paikaltaan 8 kpl (keihäs) - heitot ristiaskelista 10 kpl - heitot rytmityksestä/kisavauhdista 15 kpl
Keskiviikko 8.7	Lepo
Torstai 9.7	Voimaharjoitus: <ul style="list-style-type: none"> - etukyykky 5 sarjaa, nouseva kuorma, lopussa 1 × 140 kg - korkea takakyykky 3 × 185kg / 215kg / 225kg (terävästi) - yliveto, nouseva kuorma, lopussa 2 × 2 × 65 kg (terävästi) (65 kg = 85 %/1RM) - apuliikkeet, n. 3 × 6-8 toistoa lähentäjät, loitontajat, takareidet, leuat
Perjantai 10.7	AP Keskivartalokuntopiiri (ilman lisäpainoa) 15 min IP Kuulaheittoja: <ul style="list-style-type: none"> - PYT (4 kg) 10 kpl, 26.60 m

	<ul style="list-style-type: none"> - PYE (4 kg) 5 kpl, (2 kg) 8 kpl 25.90 m Keihäskävelyt 6 × 30 m Korkeusponnistukset tukijalalla 3 × 5 kpl
Lauantai 11.7	Lepo
Sunnuntai 12.7	AP Juoksukoordinaatiot <ul style="list-style-type: none"> - 10 × 30 m Loikat <ul style="list-style-type: none"> - vauhditon pituus 6 × 3-tassu - 6 × 6-vuoroloikka (pieni vauhti) Juoksudrillit <ul style="list-style-type: none"> - keihäsjuoksuja 5 kpl - ristiaskeljuoksu 4 × 30 m - kisavauhtirytmitys 3 kpl
	IP Voimaharjoitus, olkapää <ul style="list-style-type: none"> - 5 liikettä, 3-4 sarjaa / liike
Maanantai 13.7	Lepo
Tiistai 14.7	Valmistava voimaharjoitus ulkokuntopaikalla (soveltava → koronaepidemian takia kuntosali kiinni)
	Tavallisesti: <ul style="list-style-type: none"> - tempaus - penkkipunnerrus <li style="padding-left: 20px;">sarjat molemmissa liikkeissä 4-3-2-1 (1 = 80-90 % / 1RM) - kevyt keskivartalo - heittoliikkeet
Keskiviikko 15.7	Noin 6 tuntia ennen kilpailua <ul style="list-style-type: none"> - matalaintensiteettinen lenkki + muutamat juoksuvedot
Kilpailupäivä	<ul style="list-style-type: none"> - venyttelyt - keskivartalon aktivointi 10 min
	Lämmittely <ul style="list-style-type: none"> - matalaintensiteettistä juoksua - lihasten aktivointi - liikeratojen avaus
	Ennen callingia <ul style="list-style-type: none"> - heitot 2 × 6 kpl (1 kg moukku seinään) - heitot keihäällä 8 kpl (paikaltaan / kevyt vauhti, ilman piikkareita)
	Ennen kilpailua <ul style="list-style-type: none"> - 5-6 harjoitusheittoa (kevyt vauhti)

7.4 Fyysiset ominaisuudet

Etelätalon fyysisten ominaisuuksien testaaminen pitää sisällään nopeuden, räjähtävän voimantuoton ja maksimivoimantuoton seuraamista. Nopeusominaisuuksia Etelätalo mittaa lineaaristen juoksutestien avulla (paikaltaan 30 m ja lentävä 20 m). Nopeusominaisuuksien testaaminen on kuitenkin vähentynyt viime vuosina nilkan ja akillesjänteen ongelmien takia. Räjähtävän voimantuoton testaus sisältää kuulaheittoja (PYT 4 ja 5 kg; PYE 4 ja 2 kg) ja loikkia (3-tasaloikka ja 5-vuoroloikka paikaltaan tai kahden askeleen vauhdilla). Nopeus- ja maksimivoimatestit pitävät sisällään tempauksen, etukyykyn, penkkipunnerruksen ja ylivedon. Voimatestausten ykkösmaksimit mies toteuttaa pääasiassa helmi-maaliskuun tai touko-syyskuun aikana ja submaksimaalisia testejä, kuten 3RM, 5RM ja toistomaksimit myös muulloin.

Kestävyysominaisuuksia Lassi ei enää mittaa, koska se ei yksinään palvele lajia. Aikaisemmin Etelätalo on muun muassa juossut Cooperin testejä. Muutenkin miehen kestävyysharjoittelu on muuttunut ajan myötä siten, ettei hän tavallisesti juokse enää lenkkejä. Kestävyysominaisuuksien ja peruskunnon ylläpito ja kehitys tapahtuvat pallopelejä pelaamalla, pitkillä juoksuvedoilla (150-300 m) sekä pitkäkestoisilla vaelluksilla ja kävelyillä (jopa kuusi tuntia). Niin ikään venyvyystestausta ei enää ole, mutta aikaisemmin Etelätalo on seurannut muutoksia lapakäännössä sekä ajoittain eteentaivutuksessa ja sillassa.

Taulukossa 9 on esitetty Etelätalon ennätykset sekä vuoden 2019 parhaat tulokset. Kuten mainittu, miehen suurimmat edistysaskeleet fyysisissä ominaisuuksissa ajoittuivat armeijavuoteen 2007-2008 miehen ollessa 19-vuotias. Osa ennätyksistä on syntynyt jo vuonna 2011 ja sen jälkeen suurta kehitystä fyysisissä ominaisuuksissa ei ole tapahtunut, vaan taso on pysynyt lähestulkoon samana.

TAULUKKO 9. Etelätalon fyysisten ominaisuuksien ennätykset ja vuoden 2019 tulokset.

Ominaisuus	Yksikkö	Ennätyks	2019
Tulos	m	84.98	84.11
RTE	kg	107.5	100
JKE		165	150
PP		141	140
5-VL	cm	1665	1665
3-TL		1055	1025
1-TL		336	328
P.Y.T 4 kg	cm	2832	2755
P.Y.T 5 kg		2495	
P.Y.E 4 kg		2065	2015
P.Y.E 2 kg		2690	2650
30-paikaltaan	s	3.77	3.98
20-lentävä		2.10	
Lapakääntö	cm	43	

RTE = raakatempaus; JKE = etukyykky; PP = penkkipunnerrus; 5-VL = 5-vuoroloikka; 3-TL = 3-tasaloikka; 1-TL = 1-tasaloikka; P.Y.T = kuulun heitto pään yli taakse; P.Y.E = kuulun heitto pään yli eteen; 30-paikaltaan = 30 m lineaarinen juoksunopeus paikaltaan lähdöllä; 20-lentävä = 20 m lineaarinen juoksunopeus lentävällä lähdöllä.

Kuten mainittu, ominaisuusnormistotaulukoita tulee lukea varauksella. Lassin kohdalla ominaisuusnormiston eri fyysisten ominaisuuksien osa-alueet osuvat kuitenkin melko hyvin miehen ennätykseen keihäänheitossa. Miehen räjähtävän voimantuoton ominaisuudet loikissa ja kuulaheitoissa osuvat normiston yläpäähän, 90+ -metrin kohdalle. Erityisesti kuulaheitoissa tulokset ovat erittäin kovia. Niin ikään maksimivoimaominaisuuksissa raaka tempaus ja penkkipunnerrus ovat 85-metrin miehelle tyypillisiä arvoja. Ainoastaan alaraajojen maksimivoimaominaisuudet jäävät 85-metrin viitteellisestä tasosta. Fyysisiltä ominaisuuksiltaan Etelätalo on kovassa kunnossa ja omaa vahvan ominaisuuspohjan keihäänheitolle. Myös kehon rakenteeltaan (pituus 193 cm ja paino 90 kg) ulottuvana heittäjänä

Etelätalo omaa lajiin erinomaiset valmiudet. Taulukossa 10 on esitetty Lassi Etelätalon heiton kinemaattinen analyysi.

TAULUKKO 10. Lassi Etelätalon hopeaheiton kinemaattinen analyysi Kalevan kisoissa 2014 (Valleala ym. 2016, 461).

Muuttuja	Tulos
Heiton pituus	80.24 m
Keihään lähtönopeus	28.8 m/s
Keihään lähtökulma	35.9 °
Keihään hyökkäyskulma	5.9 °
Keihään sivuttaishyökkäyskulma	9.5 °
Painopisteen nopeus tukijalan törmäyshetkellä	5.9 m/s
Painopisteen nopeus keihään irrotushetkellä	3.2 m/s
Painopisteen nopeuden väh. vetovaiheessa	45 %
Vetovaiheen kesto aika	0.115 s
Vetomatka	1.84 m
Keihään irrotuskorkeus	2.13 m
Keihään irrotuskohta suhteessa tukijalkaan	-0.24 m
Vastakkaisen jalan polvikulma törmäyshetkellä	145 °
Kyynärkulma:	
- tukijalan törmäyshetkellä	120 °
- minimi	84 °
- irrotushetki	144 °
Tukijalan polvikulma:	
- vetovaiheen alussa	175 °
- minimi	153 °
- irrotushetkellä	156 °
Vastakkaisen ja tukijalan etäisyys törmäyshetkellä	
- pitkittäin	1.72 m
- sivusuunnassa	0.18 m
- suoraan	1.73 m
Vastakkaisen ja tukijalan etäisyys irrotushetkellä:	
- pitkittäin	1.25 m
- sivusuunnassa	0.23 m
- suoraan	1.27 m
Lantolinjan kiertokulma tukijalan törmäyshetkellä	118 °
Lantolinjan kiertokulma keihään irrotushetkellä	61 °
Hartialinjan kiertokulma tukijalan törmäyshetkellä	140 °
Hartialinjan kiertokulma keihään irrotushetkellä	60 °

8 VALMENNUKSEN OHJELMOINTI

Valmennuksen ohjelmoinnin pohjana tulee käyttää keihäänheiton lajianalyysiä sekä heittäjän yksilöllisiä tarpeita. Lajianalyysin pohjalta voidaan vastata moniin harjoittelua koskeviin kysymyksiin, kuten mitä lihasryhmiä harjoitetaan, mitkä ovat pääasialliset energianlähteet ja mitä liiketapoja harjoitetaan. Lisäksi sen avulla voidaan huomioida, mitä ominaisuuksia ja missä suhteessa tulee harjoittaa, sekä mitkä ovat tyypillisimmät vammat lajissa.

Jotta harjoitusohjelma on sopiva urheilijalle, tulee siinä huomioida yksilöllisyys. Ohjelman tulee olla linjassa tavoitteiden kanssa. Tavoitteiden asettelussa tulee käyttää apuna oleellisten fyysisten ominaisuuksien testaamista, jonka avulla voidaan määrittää harjoittelun painopistealueita. Testaamisessa tulee huomioida lajispesifisyys, eli mitataan niitä ominaisuuksia, jotka ovat merkityksellisiä itse lajisuorituksessa. Valmennuksen ohjelmoinnissa ensiarvoisen tärkeitä ovat progressiivisuus ja turvallisuus. (Fleck & Kraemer 2014, 179-182.)

Keihäänheittäjän harjoittelun ohjelmointi voidaan jakaa neljävuotiselle olympiadille, vuosi-, kuukausi-, viikko- ja päivätasolle. Kuten mainittu, ohjelmoinnin perustana on laji- ja urheilija-analyysi, jotka määräävät mitä ominaisuuksia keihäänheittäjän tulee kehittää ja missä harjoittelun pääpainon tulee olla. Lisäksi harjoittelun seurannalla on merkittävä rooli ohjelmoinnissa, jolloin valmentaja ja urheilija pystyvät luomaan oikeita työkaluja sopivaan sekä oikeaoppiseen harjoitteluun.

Keihäänheitossa kilpailukausi ajoittuu pääasiassa kesäkuukausille, jonka takia harjoituskausi on pitkä. Kilpailukausi kestää siis yleensä noin neljä kuukautta. Monista muista yleisurheilulajeista poiketen keihäänheittäjät kilpailevat harvoin talvella, johtuen erityisesti siitä, että keihäänheitolle soveltuvia urheiluhalleja on vain vähän.

Vuositason harjoitusjaksojen suunnittelu on tärkeää, jotta mahdollistetaan optimaalisten harjoitusadaptaatioiden syntyminen. Tässä korostuu erityisesti harjoittelun progressiivisuus. Lisäksi hyvin toteutetun vuositason harjoitussuunnitelman avulla voidaan maksimoida suorituskyyky kauden pääkilpailuihin. (Bompa & Buzzichelli 2019, 165-166.) Yleensä

keihäänheittäjät käyttävät niin sanottua yksinkertaista, lineaarista kausijaottelumallia. Tällöin volyyymi tyypillisesti laskee ja intensiteetti nousee kauden edetessä (Fleck & Kraemer 2014, 257-262). Kausi on jaettu muun muassa kehitettävien ominaisuuksien ja niiden painopisteiden mukaan karkeasti kuuteen osaan. Tämän perinteisen mallin kaudet ovat peruskuntokausi 1 (PK1), peruskuntokausi 2 (PK2), lajiharjoittelukausi (LH), kilpailuun valmistava kausi (KVK), kilpailukausi (KK) ja siirtymäkaus (SK). Yksinkertaisuudessaan mallin mukaan kausi etenee siten, että peruskuntokaudella harjoitusvolyyymi on korkea, tehoharjoittelun määrän ollessa maltillinen. Edetessä kohti kilpailukautta harjoittelun määrä laskee ja harjoitusten intensiteetti kasvaa. (Utriainen 1987, 232-234.) Perinteisen mallin mukaan harjoittelun määrän ja harjoitustehon voidaan näin ollen ajatella olevan kääntäen verrannollisia keskenään.

Kaksinkertaiselle kausijaolle tyypillistä on, että harjoittelun määrä ja teho vaihtelevat enemmän kauden aikana johtuen pääasiassa talven kilpailujaksosta (Utriainen 1987, 234-235). Huomioitavaa kuitenkin on, että valmentajan ja urheilijan tulee pystyä tunnistamaan urheilijalle käyttökelpoisin ja sopivin harjoittelujaksotus sekä pystyä soveltamaan sitä tarvittaessa.

Peruskuntokaudet toimivat valmistavina jaksoina, joilla on erittäin tärkeä merkitys urheilijan suorituskyvyn kannalta. Jaksojen aikana luodaan fyysistä, teknistä ja psykologista pohjaa, joka mahdollistaa korkeaintensiteettisen harjoittelun myöhemmässä vaiheessa. Valmistavat jaksot kestävät yhteensä tyypillisesti 3-6 kuukautta. Näihin jaksoihin vaikuttavat kuitenkin monet asiat, kuten jaksotusmalli, urheilijan ikä ja yksilölliset tekijät. (Bompa & Buzzichelli 2019, 166.)

Peruskuntokausi 1, joka painottuu usein myöhäiseen syksyyn pitää sisällään paljon yleisharjoittelua lajinomaisen harjoittelun jäädessä vähemmälle. Kaudelle tyypillistä on peruskestävyyden kehittäminen, joka luo pohjaa kovalle harjoittelulle ja palautumisen edistämiseksi. Harjoittelu on tällöin monipuolista ja harjoitusvolyyymi korkea. Peruskuntokausi 2 ajoittuu tyypillisesti alkutalveen, jolloin harjoittelulle ominaista on voimatasojen kehittäminen. Niin maksimivoimaan, kuin perus- ja lajivoimaankin kiinnitetään tällöin paljon huomiota. (Valleala ym. 2016, 464-466.)

Lajiharjoittelukaudella tavoitteena on edelleen luoda vahvaa työskentelykapasiteettia, mutta harjoittelu pitää sisällään myös runsaasti spesifistä lajiharjoittelua. Intensiteetti kasvaa LH kauden edetessä ja harjoittelu pitää sisällään paljon tekniikkaharjoittelua. Voimaharjoittelu siirtyy entistä enemmän lajivoiman kehittämiseen. (Bompa & Buzzichelli 2019, 168-169.) Lajiharjoittelukauden edetessä, harjoittelu sisältää enemmän myös räjähtävää voimantuottoa kehittävää harjoittelua. Lisäksi LH kaudella lisätään usein liikkuvuusharjoittelua. (Valleala ym. 2016, 464-466.) Koska harjoittelu on vahvasti lajispesifistä, tulee myös testausta lisätä progressiivisesti urheilijan suorituskyvyn kartoittamiseksi (Bompa & Buzzichelli 2019, 169).

Kilpailuun valmistavalla kaudella siirrytään entistä enemmän räjähtävyyden ja nopeuden kehittämiseen sekä tehoharjoittelun määrä kasvaa huomattavasti. Lajinomaisen harjoittelun määrä on korkea ja kilpailuun valmistavalla kaudella heittojen määrä on usein suurimmillaan, jolloin heittotekniikkaan ja sen hiomiseen käytetään paljon aikaa. Usein keihäänheittäjillä korkeatehoinen harjoittelu jatkuu aina loppukevääseen, huhti-toukokuun vaihteeseen, jonka jälkeen harjoitusvolyymia lasketaan merkittävästi ennen kesän alussa alkavaa kilpailukautta. (Valleala ym. 2016, 464-466.)

Kilpailukaudella pääpaino on kilpailemisessa ja tekniikan kehittämisessä. Monet keihäänheittäjät sisällyttävät kesälle yhden tai useamman intensiivisemmän, lyhyen harjoittelujakson. Tämän tarkoituksena on pitää voimatasoja yllä pitkän kilpailukauden aikana, joka muuten sisältää paljon herkistelyä ja maksimaalisen irtioton harjoittelua. (Valleala ym. 2016, 464-466.) Kilpailukaudella harjoittelun tulee olla suurelta osin spesifistä harjoittelua. Tästä huolimatta vaihtelevuuteen tulee kiinnittää huomiota ja yksipuolista harjoittelua välttää, kuten jokaisella muullakin harjoitusjaksolla

Kilpailukauden harjoittelussa on tärkeää huomioida kilpailujen määrä ja niiden välinen aika. Lisäksi valmentajan tulee olla tietoinen, kuinka kauan urheilijalta menee palautua yksittäisestä kilpailusta. Kauden pääkilpailujen alla tulee osata ajoittaa harjoittelujakso oikein, jotta urheilijan suorituskyky on maksimaalinen kilpailupäivänä. Tällöin harjoitteluvolyymia lasketaan entisestään, jopa puoleen, mutta sitä vastoin harjoittelun intensiteetti on suurimmillaan noin 2-3 viikkoa ennen pääkilpailua. Tyypillisesti ”herkistelyjakso” aloitetaan

8-14 päivää ennen pääkilpailua, jolloin sekä harjoittelun volyyymia että intensiteettiä lasketaan merkittävästi. Tämä puolestaan mahdollistaa urheilijan palautumisen ja suorituskyvyn optimoimisen pääkilpailuissa. (Bompa & Buzzichelli 2019.)

Siirtymäkaudella harjoittelua kevennetään huomattavasti tai pidetään täysi lepojakso, jonka aikana urheilija saa keskittyä muuhun kuin urheiluun ja kilpailemiseen. Jakson pituus vaihtelee usein urheilijakohtaisesti kahdesta neljään viikkoon, tarvittaessa jopa kuuteen viikkoon. Jakson keston vaikuttavat fyysinen ja psyykkinen palautuminen, jotka ovatkin siirtymäkauden ensisijaisia tehtäviä. (Bompa & Buzzichelli 2019, 174.) Osa keihäänheittäjistä saattaa kilpailla muutaman kerran vielä ajoitetulla siirtymäkaudellakin, mutta tällöin harjoittelun määrä on erittäin pieni. Taulukossa 11 on esitetty tyypillinen lineaarinen jaksotusmalli keihäänheittäjälle. Taulukko 12 sisältää harjoitusesimerkkiviikon kilpailukaudella ja taulukko 13 peruskuntokaudella.

TAULUKKO 11. Lineaarinen jaksoitusmalliesimerkki keihäänheitäjälle.

	marras	joulu	tammi	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka
Kilpailut (määrä)								3 kpl	4 kpl	4 kpl	3 kpl + kauden pääkil- pailu	(1-2 kpl)
Jaksotus	Peruskuntokausi 1	Peruskuntokausi 1	Peruskuntokausi 2	Lajiharjoittelukausi	KVK	Kilpilukausi	SK					
Ominaisuudet	- peruskestävyys - yleisvoima - monipuolisuus	- maksimivoima - lajivoima - nopeus	- tekniikka - lajivoima - nopeusvoima	- tekniikka - lajivoima - nopeusvoima	- kilpaileminen - irtiotto - ominaisuuksien ylläpito - pääkilpailuun valmistautuminen	- tekniikka - lajivoima - nopeusvoima	- tekniikka - lajivoima - nopeusvoima	- tekniikka - lajivoima - nopeusvoima	- kilpaileminen - irtiotto - ominaisuuksien ylläpito - pääkilpailuun valmistautuminen	- kilpaileminen - irtiotto - ominaisuuksien ylläpito - pääkilpailuun valmistautuminen	- kilpaileminen - irtiotto - ominaisuuksien ylläpito - pääkilpailuun valmistautuminen	- kilpaileminen - irtiotto - ominaisuuksien ylläpito - pääkilpailuun valmistautuminen
	SUURI VOLYYMI											
	SUURI INTENSITEETTI											

TAULUKKO 12. Kilpailukauden harjoitusesimerkkiviikko mieskeihäänheitäjälle.

Aika	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
10:00-11:30	Lämmittely 15 min Vedot - 6 × 20 m Tasaloikat - 3 × 3-loikka - 2 × 5-loikka	Kevyt aerobinen 30-60 min	Lepo	Lämmittely 15 min Vedot - 6 × 20 m Tasaloikat - 3 × 3-loikka - 2 × 5-loikka	Lepo	Kilpailupäivän verryttely	Lepo
15:30-17:00	Lämmittely + koordinaatiot 25 min Heitot - paikalta 10 kpl - ristiaskel 15 kpl - täysi vauhti 15 kpl Lihashuolto	Lämmittely 15 min Voimaharjoitus - RV 5 × 5/70- 85% - Takakytky - Yliveto 5 × 3-5/50- 75% / liike - Heittoliike tangolla 3 × 10 kpl - Keskivartalo	Lämmittely 15 min Kuulaheitot - P.Y.E 3 kg 4 × 3 kpl - P.Y.T 4-5 kg 4 × 3 kpl - A.E 4 × 3 kpl	Lämmittely + koordinaatiot 25 min Heitot - paikalta kivi/ pesäpallo 15 kpl - ristiaskel 15 kpl - täysi vauhti 10 kpl Lihashuolto	Lämmittely 25 min Vauhtijuoksua 10 kpl Heitot - ristiaskel 10 kpl Lihashuolto	Kilpailu	Lepo

TAULUKKO 13. Peruskuntokauden harjoitusesimerkiviikko mieskeihäänheitäjälle. Harjoituskerrat sisältävät kattavan lämmittelyn.

Aika	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
10:00 - 11:30	<p>Voimaharjoitus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Takakyykky - Penkki - Lantion ojennus 5 × 8-12/60-85 % - tukiliikkeet 3 × 10-12 /liike 	<p>Heitot kuulilla (paikaltaan) 800 g + ylipaino 60 kpl</p>	<p>Voimaharjoitus</p> <ul style="list-style-type: none"> - RV - Tempaus 5 × 6-10/60-85 % - Yliveto 5 × 8-12/60-85 % - Keskivartalo 	<p>Koordinaatiot 25 min</p> <p>Kuntopalloheitot</p> <ul style="list-style-type: none"> - P.Y.E - P.Y.T - A.E - kiertäen - työntäen 4 × 5/liike 	<p>Voimaharjoitus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Takakyykky - Penkki - Lantion ojennus 5 × 8-12/60-85 % - tukiliikkeet 3 × 10-12 /liike 	<p>Kuntopiiri (kehonpaino + lisäpaino)</p> <ul style="list-style-type: none"> - yleisiä & spesifejä liikkeitä 4-5 × 10-20 / liike 	Lepo
15:30 - 17:00	<p>Aerobinen 60 min</p>	<p>Vedot</p> <ul style="list-style-type: none"> - 8 × 60-100 m 70-80 % <p>Tasaloikat</p> <ul style="list-style-type: none"> - 8 × 5-loikka myös boksi-hyppyinä <p>Kehon huolto</p>	<p>Heittodriilit</p> <ul style="list-style-type: none"> - vauhtijuoksu - ristiaskel (vastuksella) 15 kpl / harjoite - vetovaihe - isometriset pidot - kumianuaha - lantion lyönti <p>Koordinaatiot</p>	<p>Aerobinen 60 min</p>	<p>Ristiaskeljuoksu portaisa</p> <p>Mäki/porrasjuoksut</p> <p>Kehon huolto</p>	<p>Koordinaatiot</p> <p>Vedot</p> <ul style="list-style-type: none"> - 8 × 60-100 m 70-80 % <p>Tasaloikat</p> <ul style="list-style-type: none"> - 8 × 5-loikka myös boksi-hyppyinä <p>Kehon huolto</p>	<p>Lepo/ jooga</p>

8.1 Keihäänheittäjän taitoharjoittelu

Keihäänheittäjän taitoharjoittelun tulee koostua suurimmilta osin itse heittämisestä. Oppimisen kannalta on kuitenkin tärkeää, että heittoharjoittelu ei ole pelkästään heittämistä samalla tavalla. Jos keihäänheittäjä harjoittelee pelkästään täysivauhtisia heittoja, ura jää mitä todennäköisimmin lyhyeksi. Keihäänheittäjän harjoittelussa tuleekin huomioida eri taitoharjoittelun elementtejä ja urheilijan tulee yhdessä valmentajansa kanssa tunnistaa oppimiseen vaikuttavia tekijöitä.

Kalajan (2016, 233) mukaan taitoharjoittelussa vaikuttavat oppija, tehtävä sekä ympäristö ja ne ovat vahvasti yhteydessä toisiinsa. Esimerkiksi ympäristön muuttuessa toisella kentällä nopeampi alusta vaikuttaa sekä oppijaan eli urheilijaan ja itse tehtävään eli opeteltavaan asiaan. Tekniikan harjoittelussa valmentaja luo edellytyksiä oppimiselle, mutta urheilijan tulee itse aktiivisesti pyrkiä etsimään ja oppimaan uutta. Taitoharjoittelun keskeisemmät elementit ovat harjoittelun määrä, harjoittelun vaihtelu ja palaute harjoittelusta. (Kalaja 2016, 233.)

Harjoittelun määrällä viitataan siihen, että oppimisen ja harjoittelun määrän välillä on havaittu olevan yhteys (Ericsson ym. 1993). Kuitenkin on huomioitava, että yksilöiden välillä on huomattavasti eroja taidon oppimisen suhteen ja siksi määrän ei voida ajatella olevan vakio, vaan toiset saattavat tarvita saman taidon oppimiseen enemmän aikaa kuin toiset. (Jaakkola 2010, 79; Schmidt & Wrisberg 2008, 163.)

Kuten mainittu, harjoittelun vaihtelu on tärkeä osa taidon oppimista. Sisäisillä malleilla, skeemoilla tarkoitetaan sitä, että ihmisellä on olemassa yleisluontoinen malli. Esimerkiksi eri korkuisissa heitoissa on taustalla sama heittämissen liikemalli. Kun liikesuorituksia vaihdetaan ja muokataan, sisäinen malli jäsentyy ja muuttuu tarkemmaksi. (Kalaja 2016, 235.) Oppimiseen liittyy vahvasti myös erilaiset siirtovaikutukset. Tällä kuvataan sitä, että aikaisempaa oppimiskokemusta voidaan hyödyntää uuden taidon oppimiseen (Magill 2007, 291). Keihäänheiton ja pallonheiton väliltä löytyy merkittävä yhteys, koska tekniikat välineiden heittämissä välillä ovat lähellä toisiaan (Jaakkola 2010, 94). Harrastus, jossa tarvitaan heittämissä liikemallia, voidaan näin ollen ajatella olevan eduksi keihäänheittäjälle. Tästä

esimerkkeinä ovat muun muassa viime vuosina kansallisella huipulla kilpailleet Toni Kuusela, joka omaa pesäpallon lajitaustan ja Oliver Helander, joka on lapsuutensa pelannut käsipalloa.

Harjoittelun vaihtelevuuteen ja taidon oppimiseen liittyy vahvasti virheet ja niistä oppiminen. Herzfeld ym. (2014) mukaan harjoittelun seurauksena kehittyy niin sanottu ”virhemusiti”, jota voidaan hyödyntää myöhemmin oppimisessa. Harjoittelussa aivot havaitsevat aikaisemmin vastaan tulleita virheitä, joita voidaan hyödyntää edelleen oppimisessa. Keihäänheittäjän harjoittelussa on hyvä hyödyntää sekä keskitettyä että vaihtelevaa harjoittelua. Keskitetyllä harjoittelulla tarkoitetaan sitä, että suoritus pyritään toteuttamaan aina samalla tavalla ja harjoitus sisältää saman suorituksen toistamista (Kalaja 2016, 235-236). Tämä on tärkeää, koska heittosuoritus itsessään pyritään vakioimaan ja keihäänheitossa ainoa tavoite on saada keihäs lentämään mahdollisimman kauas. Kuitenkin lajin kuormittavan luonteen ja oppimisen kannalta on tärkeää toteuttaa myös vaihtelevaa harjoittelua. Tällöin suorituksesta toteutetaan erilaisia variaatioita. Esimerkkeinä vaihtelevasta harjoittelusta ja eri variaatioista, jotka tukevat liikemallin oppimista voi olla muun muassa alla esitetyt vaihtoehdot.

- paikaltaan heittäminen eri variaatioin
- heitto yhdellä tai useammalla ristiaskeleella
- ristiaskeljuoksun ja vetovaiheeseen tulon harjoittelu
- liikenopeuden vaihtelu
- alustan ja kenkien vaihtelu
- heittovälineen vaihtelu
- vaihtelevissa olosuhteissa heittäminen
- peilikuvaharjoittelu

Myös tutkimukset tukevat erilaisten variaatioiden käyttöä liikemallin oppimisessa ja sen kehittämisessä. Esimerkiksi koripallossa peilikuvaharjoittelusta on havaittu olevan merkittävää hyötyä taidon oppimisessa (Stöckl & Weigelt 2012). Keihäänheitossa Yhdysvaltalaisen Tom Petranoffin loukkaannuttua talvella vuonna 1983, hän harjoitteli pelkästään peilikuvana ja heitti saman vuoden toukokuussa uuden maailmanennätyksen 99.72.

Oppimisen kannalta on tärkeää, että urheilija ja valmentaja löytävät parhaat tavat tekniikan oppimisen edistämiseen. Urheilijoilla on paljon yksilöllisiä eroja. Audittiivinen oppija oppii tehokkaasti kuuntelemalla, visuaalinen oppija näkemällä ja kineettisessä oppimisessa korostuu urheilijan oma tekeminen. Lisäksi tulee ottaa huomioon, että jokaisella on oma tapa suorittaa liikkeitä ja liikemalleja. (Kalaja 2016, 238.) Näin ollen pelkkä heittosuorituksen matkiminen ei ole paras tapa taidon kehittämisen kannalta.

Harjoittelun määrän ja vaihtelun lisäksi, harjoittelusta saatava palaute on tärkeää oppimisen kannalta. Heittosuorituksen jälkeen urheilija saa palautetta paitsi ulkoa, myös sisäisesti omien aistien kautta. Ulkoinen palaute voidaan jakaa palautteeseen liikkeen suorittamisesta ja tietoon sen onnistumisesta. (Kalaja 2016, 238.) Tutkimusten mukaan ulkoinen palaute tulee antaa harjoituksessa joka viidennen suorituksen jälkeen ja 10-15 sekuntia suorituksen päättymisestä (Schmidt ym. 1990). Kuitenkin tässäkin tulee ottaa huomioon urheilijan tila ja kuinka paljon hän tarvitsee palautetta (Kalaja 2016, 239-241).

8.2 Keihäänheittäjän voimaharjoittelu

Harjoittelu tulee toteuttaa progressiivisesti riippumatta kehitettävästä ominaisuudesta. Voimaharjoittelun alussa nuoren heittäjän kohdalla on keskityttävä oikeisiin suoritustekniikoihin ennen suuri-intensiteettistä ja -volyymista voimaharjoittelua. Kuten mainittu, harjoituskauden edetessä harjoitteluvolyymi tyypillisesti laskee intensiteetin noustessa. Bomp & Buzzichelli (2019, 241) ovat havainnollistaneet voimaharjoittelun volyymin muutosta keihäänheittäjällä harjoituskauden edetessä (volyymi = sarja × kuorma). Valmistavalla kaudella keihäänheittäjän ohjeellinen harjoitusvolyymi mikrosykliä (noin yksi viikko) kohden on 12 000 - 24 000 kilogrammaa, kilpailukaudella 4 000 kilogrammaa ja siirtymäkaudella 2 000 kilogrammaa. Koko vuoden aikainen volyymi tulisi olla 450 - 800 tuhannen kilogramman välillä.

Yleisvoimalla, jonka pääpaino on harjoituskauden alussa, viitataan koko kehon voimantuottoon. Yleisvoima toimii voimaharjoittelun pohjana ja on tärkeä elementti suorituskyvyn kannalta lajissa. Maksimivoimaa harjoitetaan tyypillisesti eniten alkutalvesta.

Maksimivoimalla kuvataan suurinta voimaa, jonka hermo-lihasjärjestelmä pystyy tuottamaan yksittäisen tahdonalaisen maksimaalisen lihassupistuksen aikana. Lajivoima korostuu harjoituskauden edetessä ja pääpaino on tyypillisesti lajiharjoittelukaudella. Sillä viitataan lihasryhmien motorisiin liikemalleihin, jotka ovat oleellisia itse keihäänheittosuorituksen voimantuoton ja suorituskyvyn kannalta. Räjähävä voimantuotto kuvaa kykyä tuottaa voimaa nopeasti ja suurilla liikenopeuksilla. Räjähävän voimantuoton kehittäminen kasvaa harjoituskauden edetessä aina kilpailukaudelle. (Bompa & Buzzchelli 2019, 237-238.) Koska teho on riippuvainen voimasta ja nopeudesta, tulee näiden osuus ottaa huomioon harjoittelussa (Laird & Rozier 1979). Tämän takia myös on tärkeää toteuttaa maksimivoimajakso ennen räjähtävän voimantuoton jaksoa. (Bompa & Haff, 2009, 140-141.) Yksittäisen heittäjän kohdalla suurten tehontuotto-ominaisuuksien kannalta toinen osa-alueista (voima tai nopeus) saattaa olla merkittävästi toista paremmalla tasolla. Tämän takia harjoittelussa saattaa olla edullista panostaa heikompaan osa-alueeseen enemmän.

Keihäänheittäjän voimaharjoittelussa tuleekin ottaa huomioon, että vain harvoin kehitetään yksittäin vain yhtä voiman osa-aluetta. Sen sijaan harjoitettavien ominaisuuksien pääpainot vaihtelevat harjoituskauden edetessä. Joskus voidaan kuitenkin myös keihäänheittäjällä toteuttaa niin sanottua ”blokki”-harjoittelua. Tällöin keskitytään kehittämään vain yhtä ominaisuutta kerrallaan, tai pienennetään muiden ominaisuuksien harjoittamisen volyymin minimiin. (Bompa & Buzzchelli 2019, 237-238.) Esimerkiksi, jos keihäänheittäjällä on merkittäviä puutteita yksittäisen ominaisuuden, kuten maksimivoiman suhteen, voidaan blokkiharjoittelun avulla panostaa ja pyrkiä kehittämään tätä kyseistä ominaisuutta.

8.3 Keihäänheittäjän ravitseminen

Riittävän ja monipuolisen ravinnon avulla mahdollistetaan urheilijan energian saanti. Tällä voidaan edesauttaa kasvua ja kehitystä sekä vaikuttaa edullisesti terveyteen. Oikeanlaisella ruokavaliolla voidaan myös vähentää väsymistä sekä loukkaantumisia ja mahdollistetaan nopea palautuminen harjoittelusta. (Hoch ym. 2008.) Meyer ym. (2007) mukaan energiavajaus voi vaikuttaa urheilijoilla muun muassa lihasmassan vähenemiseen, naisurheilijoilla kuukautiskierron ongelmiin sekä nuorilla urheilijoilla murrosiän viivästymiseen. Sen sijaan

energian ylisääntö vaikuttaa suoraan ylipainoon ja lihavuuteen. Tämän takia on tärkeää pitää huolta sopivasta energiansaannista koko harjoituskauden ajan. Urheilijan ravitsemuksessa tulee huomioida harjoituskauden jaksotus ja volyymin sekä intensiteetin vaihtelut. Toisin sanoen, tarpeet ravitsemuksen suhteen muuttuvat hieman harjoituskauden, kilpailukauden ja ylimenokauden välillä. (Stellingwerff ym. 2007.)

Vain vähän tutkimusta on tehty koskien ravitsemusta yleisurheilun heittolajeissa (Faber ym. 1990; Houtkooper ym. 2007). Houtkooper ym. (2007) ovat nostaneet viisi erityistä huomiota vaativaa asiaa heittolajien urheilijoilla. Kyseiset tekijät ovat ensiarvoisen tärkeitä tavoitteiden saavuttamisen kannalta ja ne ovat listattu alla.

- 1) Riittävä energiansaanti
- 2) Riittävä nesteen ja elektrolyyttien saanti, niiden ajoitus harjoituksen aikana sekä ennen ja jälkeen harjoituksen
- 3) Hiilihydraattien saanti ja ajoitus riittävän energiansaannin kannalta sekä proteiinin saanti lihaksen kasvun, ylläpidon ja lihassoluvaurioiden korjaamisen takia
- 4) Riittävän proteiinin saannin ajoitus proteiinisynteesin kannalta
- 5) Tehokkaiden ja sopivien ravintolisien valinta

Koska keihäänheitossa korostuu räjähtävän voimantuoton lisäksi nopeusominaisuudet erityisesti vauhtijuoksun aikana, ei ylimääräisestä kehonpainosta voida ajatella olevan hyötyä. Harjoituskauden aikana urheilijan tulee pitää huolta, että kehonpaino pysyy suhteellisen samana kuin kilpailukaudella ja tehdä muutoksia vain tarpeen vaatiessa. Tämä tapahtuu pääasiassa joko lisäämällä lihasmassaa tai vähentämällä rasvamassaa. (Houtkooper ym. 2007.) Tyypillisesti harjoituskauden alussa volyymin ollessa korkea, myös energiankulutus on suurta, joka tulee ottaa huomioon energiansaannissa. Sen sijaan ylimenokaudella harjoittelun ollessa pientä tulee jaksotuksessa ottaa huomioon, ettei energiansaanti voi olla yhtä suurta kuin harjoituskaudella. Houtkooper ym. (2007) mukaan energiansaannin kannalta hiilihydraattien tulisi olla ensisijainen energianlähde ja proteiinien saanti tulisi olla sellainen, että sillä katetaan riittävä aminohappojen saanti ja edelleen proteiinisynteesi. Loppu energiantarpeesta tulisi tyydyttää rasvoilla.

Vaikka viime vuosina erilaiset vähähiilihydraattiset ruokavaliot ovat kasvattaneet suosiotaan painon pudotuksessa, se ei ole urheilijan kannalta järkevää sopivan kilpailupainon saavuttamiseksi. Yleinen ajatus on, että urheilijan suuren energiankulutuksen takia vähähiilihydraattisella ruokavaliolla glykogeenivarastot hupenevat nopeasti, jolloin aminohappojen avulla aletaan tuottamaan glukoosia ja samaan aikaan kehonpaino laskee. Tutkimuksissa urheilijoilla näin ei kuitenkaan olla havaittu, vaan pidemmällä ajanjaksolla suorituskyky lähtee pikemminkin laskuun. (O'Connor ym. 2007.) Useat tutkijat ovat havainneet, ettei vähähiilihydraattinen ruokavaliio aiheuta suurempaa painonpudotusta tai suorituskykyhyötyjä (Jarvis ym. 2002; Foster ym. 2003; Bosse ym. 2004.)

Riittävä nesteen saanti on tärkeää muun muassa palautumisen ja harjoitukseen valmistautumisen kannalta. Suositusten mukaan urheilijan tulisi tankata nestettä noin neljä tuntia ennen harjoitusta 5-7 millilitraa kehon painokiloa kohti. Tarpeen vaatiessa tankkausta voi jatkaa noin kaksi tuntia ennen harjoitusta 3-5 millilitraa kehonpainoa kohden vastaavalla määrällä. (Sawka ym. 2007.) Yleisenä käytännön ohjeena käytetään myös, että yhden kilon nesteen menetykseen tulee tankata 1.5 litraa nestettä (O'Connor 2007). Virtsan väriä tulee käyttää apuna nesteytyksen seurannassa. Värin ollessa tummaa, viittaa se nestevajaukseen (Casa ym. 2000).

Heittäjillä hiilihydraattien saanti ennen ja jälkeen harjoituksen on tärkeää, jotta suorituskyky pysyy optimaalisena koko harjoitusten ajan ja palautuminen on mahdollisimman nopeaa. Urheilijan tulisi syödä 1-4 grammaa hiilihydraatteja kehon painokiloa kohden, 1-4 tuntia ennen harjoitusta, riippuen muun muassa harjoituksen volyyymista ja intensiteetistä (Hargreaves ym. 2004). Yli yhden tunnin harjoituksen aikana suositellaan tankattavaksi hiilihydraatteja 0.5-1.0 grammaa kehon painokiloa kohden helposti nautittavassa muodossa (Burke 2007, 5-12). Jotta palautuminen harjoituksesta tehostuu heti harjoituksen jälkeen, on hiilihydraatteja hyvä nauttia välittömästi harjoituksen päätyttyä. Tällöin määrän suositellaan olevan noin 1.0-1.2 grammaa kehon painokiloa kohden, jotta glykogeenivarastot saadaan täytettyä (Burke ym. 2004). Lisäksi tutkimuksissa on havaittu, että yhdistetty proteiini- ja hiilihydraattitankkaus saattaisi tehostaa glykogeenivarastojen täyttymistä (Ivy ym. 2002). Kuitenkin on havaittu paljon ristiriitaisia tuloksia ja tärkeintä onkin hiilihydraattien nopea saanti glykogeenivarastojen täyttymisen kannalta. Päivän saantisuositus kovaa harjoittelevalla urheilijalla hiilihydraattien suhteen on

jopa 7-12 grammaa painokiloa kohden, kun harjoittelu kestää 1-3 tuntia päivässä. Kun harjoitus on kevyempää ja kestää noin tunnin päivässä, 5-7 grammaa painokiloa kohden riittää tyydyttämään hiilihydraattitarpeen. (Burke ym. 2004.)

Vaikka proteiinien vaikutus glykogeenivarastojen täyttymisen nopeuteen on epäselvä, on proteiinin nauttimisen ajoituksella merkittäviä vaikutuksia suorituskykyyn. Proteiineilla on tärkeä rooli muun muassa hormonaalisen toiminnan ja vastustuskyvyn säätelyssä sekä lihasten rakennusaineina (Ojala ym. 2016). Oikein ajoitetulla proteiinin saannilla voidaan edistää palautumista tehostaen proteiinisynteesiä. Tässä tulee ottaa huomioon proteiinin määrä ja laatu. (Weinert 2009.) Kovaa harjoittelevan teholajin urheilijan tulisi nauttia proteiinia noin 1.5-1.7 grammaa painokiloa kohden päivässä ja pienemmän volyymin kaudella noin 1.0-1.2 grammaa painokiloa kohden (Burke 2007). Tutkimusten mukaan erittäin paljon ja suurella intensiteetillä harjoittelevan urheilijankin proteiinin tarve tyydyttyy 1.7 g/kg saantisuosituksella (Tarnopolsky 2004). Saantisuosituksissa tulee kuitenkin ottaa huomioon myös yksilölliset tekijät. Riittävä energiantarve tulee tyydyttyä, jotta proteiineja voidaan käyttää optimaalisesti lihasten rakennusaineina (Tipton & Witard 2007). Lisäksi proteiinien ajoitus on tärkeää, jotta anabolinen vaste harjoitukselle on maksimaalinen. Käytännössä heittolajien urheilijoilla tämä tarkoittaa sitä, että proteiinia tulisi nauttia juuri ennen ja jälkeen harjoituksen. (Tipton & Wolfe 2004.)

Houtkooper ym. (2007) mukaan hiilihydraattien ja proteiinien jälkeen, loput energiantarpeesta tulisi tyydyttää rasvoilla. Kuitenkin urheilijan tulee saada riittävästi myös hyviä rasvoja ja tämä tulee ottaa huomioon jokapäiväisessä ravinnossa. Rasvoista vähintään 2/3 tulisi koostua kerta- ja monityydyttymättömistä rasvahapoista. Urheilijan tulisi saada päivittäin ravinnosta vähintään 1.0 grammaa rasvoja kehon painokiloa kohden. (Ojala ym. 2016, 167-168.)

Energiatasapainon saavuttamisen lisäksi, heittäjien on tärkeä saada ravinnosta riittävästi vitamiineja ja mineraaleja. Koska harjoittelu aiheuttaa elimistöön oksidatiivista stressiä, on tärkeää, että urheilija saa ravinnosta antioksidanteja, kuten C- ja E-vitamiineja (Atalay ym. 2006). Keihäänheitto ja harjoittelu asettaa nivelille suuren kuormituksen ja tämän takia on tärkeää, että ravinnosta saadaan riittävästi myös tukikudoksen kannalta tärkeitä ravintoaineita,

kuten kalsiumia, fosforia, sinkkiä, proteiineja, D-, C- ja E-vitamiineja sekä omega-3 rasvahappoja (Clark 2007).

Yleisesti ottaen monipuolisesta ruokavaliosta saadaan riittävä määrä suojaravintoaineita, mutta tarpeen vaatiessa joistakin lisäravinteista saattaa olla hyötyä urheilijalle. Erityisesti talvisin auringonvalon ollessa vähäistä, D-vitamiinilisästä on havaittu olevan hyötyä urheilijoilla saantisuosituksen turvaamiseksi (Bescos-García & Rodriguez-Guisado 2011). Lisäksi heittäjät saattavat hyötyä kreatiinilisästä sekä kofeiinista (Houtkooper ym. 2007). Kreatiinifosfaatti on tärkeä energianlähde erityisesti korkeaintensiteettisissä lyhyissä suorituksissa sekä palautumisen kannalta kyseisten suoritusten välillä, kun palautumisaika on lyhyt. Kreatiinilisällä (monohydraatti) voidaan kasvattaa lihasten kreatiinin ja kreatiinifosfaatin määrää ja edelleen tehostaa suorituskkyä voima- ja teholajeissa. (Hespel ym. 2006.) Kofeiinin suorituskkyä parantava vaikutus liittyy sen stimuloivaan vaikutukseen. Kofeiini vähentää väsymystä, tehostaen sentraalista käskytystä sitoutumalla adenosini-reseptoreihin aivoissa. (Davis ym. 2003.)

8.3.1 Keihäänheittäjän ravitseminen kilpailupäivänä

Kilpailupäivänä on tärkeä huolehtia riittävästä nesteytyksestä, koska nestehukka vaikuttaa negatiivisesti suorituskkyyn. Nesteytyksestä tulee pitää huolta jo paljon ennen kilpailuja, mutta kilpailupäivänä nestettä tulisi nautti neljä ja kaksi tuntia ennen lämmittelyä sekä kilpailua. (Sawka ym. 2007.) Keihäänheitto suorituksena ei itsessään aiheuta nestehukan vaaraa, mutta erityisesti lämpimissä kilpailuolosuhteissa, tulee siihen kiinnittää erityistä huomiota. Kuitenkin tulee huomioida, että myös liikanesteytyminen vaikuttaa suorituskkyä heikentäen muun muassa nostoen kehon painoa. Nesteen imeytymisen kannalta on tärkeää, että se sisältää elektrolyyttejä, erityisesti natriumia ja kaliumia. (Houtkooper ym. 2007.) Nestetasapainon avulla voidaan ehkäistä myös lämpökrampeja, jotka esiintyvät nestevajeen myötä yleensä aktiivisissa lihaksissa, kuten reisissä ja pohkeissa (Ganio ym. 2007).

Kuten harjoituksissa, myös kilpailuissa suositellaan nauttimaan ateria noin 1-4 tuntia ennen kilpailua. Aterian on hyvä sisältää runsaasti hiilihydraatteja, noin 1-4 grammaa painokiloa

kohden. (Burke 2007.) Jos kilpailu ajoittuu aamuun, tulee se huomioida ravinnossa. Myös tällöin ruokailun tulisi tapahtua vähintään tuntia ennen kilpailua. (Houtkooper ym. 2007.) Aterian tulisi olla hiilihydraattipitoinen, helposti sulavassa muodossa ja sellainen, joka on hellä vatsalle (Hargreaves ym. 2004). Monesti ruoka, jolla on matala glykeeminen indeksi sopii paremmin urheilijalle kilpailun alla (Houtkooper ym. 2007).

9 POHDINTA

Keihäänheittoon liittyviä tieteellisiä julkaisuja on tehty suhteellisen paljon. Suurin osa tutkimuksista on keskittynyt havainnoimaan keihään lentoon liittyviä mekaanisia muuttujia sekä keihäänheittosuorituksen biomekaniikkaa. Tämä saattaa osaltaan selittää merkittävän kehityksen keihäänheiton tekniikassa suhteellisen lyhyessä ajassa. Toisaalta teknisen suorituksen kehittymiseen on varmasti vaikuttanut myös keihäänheiton sääntöjen muuttuminen ja vakiintuminen vasta viime vuosisadan alkupuolella. Niin ikään keihäsmallit ovat vaihtuneet viimeisimmän kerran vasta 1980-luvulla, ja keihään materiaalit kehittyneet vielä 2000-luvulla, joilla saattaa olla vaikutusta lajin kehittymisen näkökulmasta. Valmennusosaaminen ja ulkoiset resurssit ovat niin ikään avainasemassa, kun puhutaan urheilijoiden suorituskyvyn paranemisesta.

Suomessa Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus (KIHU) vastaa Suomen Olympiakomitean huippu-urheiluyksikön osaamisohjelman johtamisesta sekä huippu-urheilun tutkimus- ja kehitystoiminnasta (Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus 2020). Näin ollen Suomessa keihäänheiton tutkiminen on ollut pitkälti KIHU:n vastuulla, mutta Jyväskylän yliopiston liikuntatieteellisellä tiedekunnalla on myös oma roolinsa keihäänheiton tieteellisen tiedon tuottamisessa. Alkusysäys keihäänheiton tieteelliselle tutkimukselle Suomessa on alkanut Paavo Komin ja Antti Meron tutkimuksista. Vaikka keihäänheiton mekaniikkaa onkin tutkittu kattavasti Suomessa ja maailmalla, on tieteellistä tutkimusnäyttöä suhteellisen vähän liittyen keihäänheiton harjoitteluun. Keihäänheiton valmentamisessa käytetäänkin hyödyksi yleisesti nopeutta ja räjähtävää voimantuottoa vaativien lajien harjoittelun pääperiaatteita sekä harjoittelun jaksotusmalleja. Niin ikään kentällä, harjoittelussa hyödynnetään kokemuseräistä oppimista ja tietoa siirtyy pienissä määrin valmentajilta ja heittäjiltä toisille suusanallisesti. Toisaalta lajissa urheilijat ovat siirtyneet huipulle hyvin erilaisin poluin, minkä takia valmennuksessa sekä tekniikan ja lajitaitojen oppimisessa ei voi käyttää jokaisen urheilijan kohdalla täysin samanlaista mallia.

Keihäänheiton suosio on ollut Suomessa suurta kautta aikain. Tämä pohjautuu yksinomaan menestymiseen lajin parissa aina 1900-luvun alusta asti. Viime vuosina laji on kuitenkin

joutunut kritiikin kohteeksi, kun menestyminen ei ole ollut samanlaista verrattuna viime vuosikymmeniin. Toisaalta, vaikka lajin tila ei olekaan samalla tasolla kuin aikaisemmin, ei tason lasku ole niin dramaattinen kuin annetaan ymmärtää. Lajin kansainvälistymisen myötä taso menestymisen suhteen nousee, mikä näyttäytyy osaltaan suomalaisen keihäänheiton tilan laskuna. Lisäksi yli 90 metrin heittoa ei olla suomalaisessa keihäänheitossa nähty yli vuosikymmenen ja tämä saattaa edelleen vaikuttaa yleiseen näkemykseen lajin tilasta.

Suomessa on edelleen monia lupaavia nuoria keihäänheittäjiä. Kysymys kuuluukin, miten nämä nuoret potentiaaliset urheilijat saadaan pidettyä terveisinä aikuisiälle asti? Totta on myös, että viime vuosikymmeninä Suomi on hukannut useita potentiaalisia nuoria heittäjiä, joiden ura on loppunut liian varhain loukkaantumisten takia. Ero on osittain ollut siinä, että aikaisemmin nousevia lupauksia on ollut enemmän, jolloin kehittyvistä heittäjistä suurempi joukko pääsi huipulle asti. Näin ollen, nykypäivänä ei ole samanlaista määrää, josta nousta huipulle. Lisäksi yhä useampi nuori valitsee joukkuelajin yksilölajin sijaan. Toisaalta voitaisiin myös pohtia, miksei valmennusosaamisen kehittyessä myös pystytä ehkäisemään vammoja paremmin? Lisäksi monesti on keskusteltu, onko ennen nuorten urheilijoiden pohjakunto ollut merkittävästi nykynuoria kovempi, mikä on sallinut kovan harjoittelun ja edelleen terveenä pysymisen? Loukkaantumisten keskellä olisi tärkeää, ettei urheilijaa jätetä yksin, vaan tälle tarjotaan tukea eri tasoilta.

Kuten mainittu, keihäänheittäjäksi ei liene kukaan noussut pelkästään keihästä heittämällä. Kova kuntopohja harjoittelulle ja palautumiselle on luotu monipuolisella liikkumisella jo lapsuudessa ja nuoruudessa. Näin ollen lajin tila ja tulevaisuus tulisi huomioida laajemmin. Lasten liikkumiseen ja virikkeiden luomiseen tulisi panostaa jo varhaisessa vaiheessa. Toisaalta tämä on helpommin sanottu kuin tehty. Seurat ja vanhemmat pystyvät tähän kuitenkin vaikuttamaan omalta osaltaan. Toisaalta heittolajien osalta on ikävää, että yhä useammin kunnat rakentavat urheilukentille tekonurmia, jolloin heittäminen ei ole edes mahdollista. Tästä ja monista muista tekijöistä huolimatta myös keihäänheittämiselle on luotava virikkeitä lapsuudessa. Aikuisiällä haasteet liittyvät monilla urheilijoilla loukkaantumisten ohella taloudellisiin resursseihin. Niin ikään osaavien valmentajien löytäminen ja toimivan yhteistyön rakentaminen asettaa omia haasteita urheilijan kehittymiselle. Suomalaisessa keihäänheitossa on tänä päivänä tyypillistä, että huippuheittäjät ovat jakaantuneet ja harjoittelu tapahtuu usein

omissa oloissa yhdessä henkilökohtaisen valmentajan kanssa. Lajin kannalta olisikin tärkeää ja hyödyllistä, jos asiantuntijat, urheilijat ja valmentajat saataisiin aika ajoin harjoittelemaan, oppimaan ja kehittämään lajia yhdessä.

Suomessa on tehty kaksi lajianalyysiä keihäänheitosta (Utriainen 1987; Valleala ym. 2016). Lajianalyysijä on tärkeää käyttää pohjana oikeaoppisen valmennuksen ohjelmoinnin kannalta. Valmennuksen ohjelmoinnissa tulee myös käyttää apuna urheilija-analyysia, jotta harjoittelua pystytään yksilöimään ja toteuttamaan urheilijan vaatimusten mukaan. Vaikka Suomessa on lajitietämystä keihäänheiton saralla suhteellisen paljon, on tärkeää, että käytännön valmennusosaamista pystytään jatkuvasti kehittämään. Lajin kannalta tulee osata tunnistaa keskeisiä tekijöitä, jotka vaikuttavat keihäänheiton tilaan sekä yksittäisen urheilijan urapolkuun ja menestymiseen.

LÄHTEET

- Ankonina, L. 1975. X-ray study of the javelin throw. *Track and Field*. 3: 28-30.
- Atalay, M., Lappalainen, J. & Sen, C. K. 2006. Dietary antioxidants for the athlete. *Current Sports Medicine Report*, 5: 182-186.
- Auvinen, M. 2011. 58-70. Heittolajit. SUL koulutusohjeet 2011-2013. Koonnut Rajala, T. 2011. Luettavissa: http://www.kihu.fi/urapolku/media/Yleisurheilu,%20yleisurheilijan%20peruspolku_899_sul_koulutusohjeet_2011_rajala.pdf
- Bartlett, R.M. 2009. The aerodynamics of javelin flight – a re-evaluation.
- Bartlett, R., Müller, E., Lindinger, S., Brunner, F. & Morriss, C. 1996. Three-dimensional evaluation of the release parameters for javelin throwers of different skill levels. *Journal of Applied Biomechanics*. 12 (1): 58–71.
- Bartonietz, K. 2008. Javelin Throwing: An Approach to Performance Development. Teoksessa V. Zatsiorsky (toim.) *Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention*. 1.painos. Olympic Encyclopaedia of Sports Medicine. Blackwell Science, USA.
- Bartonietz, K. 2000. Javelin Throwing: an Approach to Performance Development. Teoksessa V. Zatsiorsky (Toim.), *Biomechanics in Sport* (s. 401-434). London: Blackwell Science Ltd
- Bartonietz, K. & Emrich, E. 1997. The sore spots of javelin performance. *Leichtathletik training*. 8: 26–31.
- Best, R.J. & Bartlett, R.M. 1988. Computer flight simulation of the men's new rules javelin. Teoksessa: G. de Groot, A.P. Hollander, P.A. Huijing & G.J. van Ingen Schenau (toim.), *Biomechanics XI-B* s. 588–594. Free University Press, Amsterdam.
- Best, R. J., Bartlett, R. M. & Sawyer, R. A. 1995. Optimal javelin release. *Journal of applied biomechanics* 11, 371-394.
- Blomqvist, M. & Hämäläinen, K. 2016. Valmennusosaaminen urheilijanpolun eri vaiheissa. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja, K. Häkkinen. *Huippu-urheiluvalmennus*. Lahti: VK-kustannus,
- Bompa, T. O. & Buzzichelli, C. A. 2019. *Periodization - Theory and methodology of training*. 6. painos. Human Kinetics.

- Bompa, T. O. & Haff, G. 2009. *Periodization - Theory and methodology of training*. 5. painos. Human Kinetics.
- Borgström, A. 1988. Two years with the new javelin. *New Studies in Athletics*. 1: 85–88.
- Bosse, M. C., Davis, S. C., Puhl, S. M., Pedersen, M., Low, V., Reiner, L., Dominguez, T. & Seals, N. 2004. Effects of Zone diet macronutrient proportions on blood lipids, blood glucose, body composition, and treadmill exercise performance. *Nutrition Research*, 24, 521 – 530.
- Burke, L. M. 2007. *Training and competition nutrition*. Teoksessa *Practical sports nutrition: A sport-specific approach to nutrition for optimal performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Burke, L. M., Kiens, B. & Ivy, J. L. 2004. Carbohydrates and fat for training and recovery. *Journal of Sports Sciences*, 22, 15 – 30.
- Böttcher, J. & Kühn, L. 1996. Untersuchungen zum Speerwurf. *Lehre der Leichtathletik* 35 (31): 812, (32), 84–85, (33), 86–87
- Campos, J., Brizuela, G. & Ramon, V. 2004. Three-dimensional kinematic analysis of elite javelin throwers at the 1999 IAAF Worlds Championships in Athletics. *New Studies in Athletics*, 19 (21): 47-57.
- Casa, D. J., Armstrong, L. E., Hillman, S. K., Montain, S. J., Reiff, R. V., Rich, B. S. E., Roberts, W. O. & Stone, J. A. 2000. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid replacement for athletes. *Journal of Athletic Training*, 35: 212 – 224.
- Chiu, C-H. 2009. Discovering optimal release conditions for the javelin world record holders by using computer simulation. *International journal of sport and exercise science*, 1 (2): 41-50.
- Clark, J. 2014. *Optimal Javelin Flight: Physics and Fixes*. The Javelin Laboratory by Just Fly Sports.
- Clark, K. L. 2007. Nutritional considerations in joint health. *Clinics in Sports Medicine*, 26: 101-118.
- Davis, J. M., Zhao, Z., Stock, H. S., Mehl, K. A., Buggy, J. & Hand, G. A. 2003. Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 284: 399-404.
- Dmitrusenko, O. 1987. The contemporary javelin technique. *Modern athlete and coach* 25 (2), 3-6.

- Etelätalo, L. 2020. Keihäänheittäjä Lassi Etelätalon haastattelu 22.7.2020.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T. & Tesch-Römer, C. 1993. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, (100): 363-406.
- Faber, M., Spinnler-Benadé, A.-J., & Daubitzer, A. 1990. Dietary Intake, Anthropometric Measurements and Plasma Lipid Levels in Throwing Field Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 11 (02), 140–145.
- Fleck, S. J. & Kraemer, W. 2014. *Designing Resistance Training Programs*, 4. painos. Human Kinetics.
- Foster, G. D., Wyatt, H. R., Hill, J. O., McGuckin, B. G., Brill, C., Mohammed, B. S., Szapary, P. O., Rader, D. J., Edman, J. S. & Klein, S. 2003. A randomized trial of a low-carbohydrate diet for obesity. *New England Journal of Medicine*, 348: 2082 – 2090.
- Ganslen, R.V. 1960. Aerodynamics of javelin flight. Master's thesis. University of Arkansas.
- Bescos-Garcia, R. & Rodriguez-Guisado, F. A. 2011. Low levels of vitamin D in professional basketball players after wintertime: relationship with dietary intake of vitamin D and calcium. *Nutrición Hospitalaria*, 26: 945–951.
- Suomen Urheiluliitto. 2018. Yleisurheilun kansainväliset säännöt. Ensimmäinen painos. Viitattu 7.9.2018.
- Ganio, M. S., Casa, D. J., Armstrong, L. E. & Maresh, C. M. 2007. Evidence-based approach to lingering hydration questions. *Clinics in Sports Medicine*, 26: 1-16.
- Gorski, J. 2003. Javelin. Teoksessa J. Silvester (toim.) *Complete book of throws*. 1. painos. Human kinetics publisher, Champaign, USA, 99-129.
- Greenhaff, P. L. & Timmons, J. A. 1998. Interactions between anaerobic metabolism during intense muscle contraction. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 26: 1-30.
- Hargreaves, M., Hawley, J. A. & Jeukendrup, A. 2004. Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion: Effects on metabolism and performance. *Journal of Sports Sciences*, 22: 31-38.
- Hatton, L. 2005. Optimising the javelin throw in the presence of prevailing winds. Faculty of Computing, Information Systems and Mathematics, University of Kingston.
- Herzfeld, D. J., Vaswani, P. A., Marko, M. K. & Shadmehr, R. 2014. A memory of errors in sensorimotor learning. *Science*, 345 (6202): 1349–1353.
- Hespel, P. L., Maughan, R. J. & Greenhaff, P. L. 2006. Dietary supplements for football. *Journal of Sports Sciences*, 24: 749 – 761.

- Hoch, A. Z., Goossen, K. & Kretschmer, T. 2008 Nutritional requirements of the child and teenage athlete. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 19 (2): 373-398.
- Houtkooper, L., Abbot, J. M., & Nimmo, M. 2007. Nutrition for throwers, jumpers, and combined events athletes. *Journal of Sports Sciences*, 25 (1): 39–47.
- Hubbard, M., & Alaways, L. W. 1987. Optimum release conditions for the new-rules javelin. *International Journal of Sport Biomechanics*. 3: 207-221.
- Ikegami, Y., Miura, M., Matsui, H. & Hashimoto, I. 1981. Biomechanical analysis of the javelin throw. Teoksessa: A. Morecki, K. Fidelus, K. Kedzior (toim.) *Biomechanics VII B*. International series on Biomechanics, Vol 3B, s. 271–276. Polish Scientific Publishers, Warsaw and University Park Press, Baltimore.
- Ivy, J. L., Goforth, H. W., Jr., Damon, B. M., McCauley, T. R., Paronss, E. C. & Price, T. B. 2002. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate – protein supplement. *Journal of Applied Physiology*, 93: 1337 – 1344.
- Jaakkola, T. 2010. Liikuntataitojen oppiminen ja taitoharjoittelu. PS-Kustannus. Jyväskylä.
- Jarvis, M., McNaughton, L., Seddon, A., & Thompson, D. 2002. The acute 1 week effects on the Zone diet on body composition, blood lipid levels, and performance in recreational endurance athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16, 50 – 57.
- Kalaja, S. 2016. Taitoharjoittelu. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja, K. Häkkinen. *Huippu-Urheiluvalmennus*. Lahti: VK-kustannus, (233-241)
- Kangas, H. 2018. Tero Pitkämäen harjoittelun 10 teesiä. www.teropitkamäki.fi. Viitattu 5.5.2018.
- Kasper, J. P. 1984. Kuva: Uwe Hohn. German Federal Archives. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bundesarchiv_Bild_183-1984-0513-018,_Uwe_Hohn.jpg. 28.7.2020.
- Kaufman, T. M. 1999. Weight Room Considerations for the Throwing Athlete. *Strength and Conditioning Journal*. 21 (4): 7-10.
- Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus 2020. <https://kihu.fi/etusivu/kihu/historia/>. Viitattu 28.8.2020
- Komi, P. V. 1992. Stretch-shortening cycle. Teoksessa P. V. Komi (toim.). *Strength and Power in Sport*. (s. 169-179). Blackwell Scientific Publications: Oxford.

- Komi, P.V. & Mero, A. 1985. Biomechanical analysis of Olympic javelin throwers. *Journal of Sport Biomechanics*. 1: 139–150
- Korjus, T. 1988. Keihäänheittäjän biomekaanisten muuttujien ja alustaan kohdistuvien voimien suhteista keihään lähtönopeuteen ja –kulmaan. Pro Gradu –tutkielma. Jyväskylän yliopisto.
- Laird, C. E. & Rozier, C. K. 1979. Toward understanding the terminology of exercise mechanics. *Physical Therapy*, 59: 287-292.
- Magill, R. A. 2007. *Motor learning and control: concepts and applications*. McGraw-Hill. New York.
- McGill, K. 2010. The right leg in the javelin throw. *Track Coach*. 6089-6096.
- Menzel, H.-J. 1986. Biomechanics of javelin throwing. *New Studies in Athletics* 3, 85–98.
- Mero, A. 2016. Urheilulajjakkuuksien tunnistaminen valintavaiheessa. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja, K. Häkkinen. *Huippu-Urheiluvalmennus*. Lahti: VK-kustannus.
- Mero, A., Komi, P. V., Korjus, T., Navarro, E. & Gregor, R. J. 1994. Body segment contributions to javelin throwing during final thrust phases. *Journal of Applied Biomechanics* 10, 166–177.
- Meyer, F., O'Connor, H. & Shirreffs, S. M. 2007. Nutrition for the young athlete. *International Association of Athletics Federations. Journal of Sports Sciences*: 25 (1): 73-82.
- Morriss, C., Bartlett, R. & Fowler, N. 1997. Biomechanical analysis of the men's javelin throw at the 1995 World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics* 2 (3): 31–41.
- Morriss, C. & Barlett, R. 1996. Biomechanical factors critical for performance in the men's javelin throw. *Sports medicine*. 21 (6): 438-446
- Nummela, A. 2016. Energia-aineenvaihdunta. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja, K. Häkkinen. *Huippu-Urheiluvalmennus*. Lahti: VK-kustannus, 128-155.
- O'Connor, H., Olds, T. & Maughan, R. J. 2007. Physique and performance for track and field events. *Journal of Sports Sciences*, 25(2): 49-60.
- Ojala, A., Laaksonen, M. & Arjanne, L. 2016. Ruokailun toteuttaminen. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja, K. Häkkinen. *Huippu-Urheiluvalmennus*. Lahti: VK-kustannus, 164-168.
- Paish, W. 1986. Some initial observations on the new men's javelin. *New Studies in Athletics* 1, 81–84.

- Photo Run. 2019. Kuva: Thomas Röhler. https://www.photorun.net/LargePhoto.php?photo=images_L/2016/TF/Rio_Olympic_Games-Men/Javelin/Rohler_ThomasQHOLyGame16.jpg 7.2.2019
- Salo, A. & Viitasalo, J.T. 1995. Comparison of the kinematic characteristics of the javelin throw in throwers of international and national level and of decathletes. *Leistungssport*. 5: 40–44.
- Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J. & Stachenfeld, N. S. 2007. American College of Sports Medicine Position Stand: Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39: 377 – 390.
- Schmidt, R. A. & Wrisberg, G. A. 2008. Motor learning and performance: a situation-based learning approach. *Human Kinetics*. Champaign.
- Schmidt, R. A., Lange, C., Young, D. E. 1990. Optimizing summary knowledge of results for skill learning. *Human Movement Science*, 9: 325–348.
- Siukonen, M., Pulakka, M. & Ahola, M. 1991. Suuri suomalainen keihäskirja. Painos 1. Jyväskylä: Gummerus Oy.
- Stander, R. 2006. Athletics omnibus – Javelin Throw, South Africa. http://www.speerschule.ch/docs/doc_stander.pdf Viitattu 26.6.2020.
- Stellingwerff, T., Boit, M. & Res, P. 2007. Nutritional strategies to optimize training and racing in middle-distance athletes. *Journal of Sports Sciences*, 25: 17-28.
- Stöckel, T. & Weigelt, M. 2012. Plasticity of human handedness: Decreased one-hand bias and inter-manual performance asymmetry in expert basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 30 (10): 1037-1045.
- Suomen Urheiluliitto 2020. Keihäänheiton maajoukkueohjelma. https://www.yleisurheilu.fi/yleisurheilun_maajoukkueohjelmat/keihaanheitto/. Viitattu 28.7.2020.
- Suomen Urheiluliitto. 2018. SUL nimesi valmennusryhmät. <https://www.yleisurheilu.fi/uutinen/sul-nimesi-valmennusryhmat>. Viitattu 23.1.2019.
- Suomen Urheiluliitto. 2017. Nuorten EM-ryhmä. <http://www.yleisurheilumaajoukkue.fi/node/1311>. Viitattu 23.1.2019.
- Tarnopolsky, M. 2004. Protein requirements for endurance athletes. *Nutrition*, 20: 662 – 668.
- Tidow, G. 2008. The Javelin throw. Model technique analysis sheets.
- Tidow, G., 1996. Model technique analysis sheets–Part X: The javelin throw. *New Studies in Athletics* 1, 45–62.

- Tipton, K. D. & Witard, O. C. 2007. Protein requirements and recommendations for athletes: Relevance of ivory tower arguments for practical recommendations. *Clinics in Sports Medicine*, 26: 17 – 36.
- Tipton, K. D. & Wolfe, R. R. 2004. Protein and amino acids for athletes. *Journal of Sports Sciences*, 22: 65 – 79.
- Terauds, J. 1978. Computerized Biomechanical Analysis of Selected Javelin Throwers at 1976 Motreal Olympiad. *Track and Field Quarterly Review*. 78 (1): 29-31.
- Utriainen, E. 1987. Keihäänheitto. Suomen Urheiluliitto. Wiita-Offset Oy, Viitasaari, Suomi.
- Valleala, R., Ihalainen, K. & Kinnunen, K. 2016. Keihäänheiton lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja, K. Häkkinen. *Huippu-Urheiluvalmennus*. Lahti: VK-kustannus, 444-471.
- Viitasalo, J., Mononen, H. & Norvapalo, K. 2003. Release parameters at the foul line and the official result in javelin throwing. *Sports Biomechanics*. 2 (1):15-34.
- Weinert, D. J. 2009. Nutrition and Muscle Protein Synthesis: A Descriptive Review. *Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 53 (3): 186-193.
- Wilk, K. E., Voight, M. L., Keirns, M. A., Gambetta, V., Andrews, J. R. and Dillman, C. J. 1993. Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 17 (5): 225-39.
- Yle, 2019. <https://yle.fi/urheilu/3-11008314>. Viitattu 23.7.2020.
- Young, M. 2001. Preparing for the Specific Neuromuscular and Biomechanical Demands of the Javelin Throw. *Army Track & Field*. 1-14.
- Zatsiorsky V. M. 1995. *Science and Practice of Strength Training*. 1. painos. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Zeng, X. & Zuo, X. 2013. Numerical simulation of javelin best throwing angle based on biomechanical mode. *BioTechnology: An indian journal*. 8 (8): 1042-1047.