

**KUULANTYÖNNÖN LAJIANALYYSI JA
VALMENNUKSEN OHJELMOINTI: ERITYISESTI MIESTEN
KUULANTYÖNTÖ**

Aapo Rantila

Valmennus- ja testausoppi
LBIA028 Valmentajaseminaarityö
Liikuntabiologian tieteenalaryhmä
Jyväskylän yliopisto
Syksy 2017
Työnohjaaja: Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Räntilä Aapo. 2017. Kuulantyönnön lajianalyysi ja valmennuksen ohjelmointi: erityisesti miesten kuulantyöntö. Valmennus- ja testausoppi. Valmentajaseminaari. LBIA028. Liikunta-biologia. Jyväskylän Yliopisto.

Johdanto. Kuulantyönnön tarkoituksena on työntää miehillä 7,26 kg tai naisilla 4 kg painava kuula mahdollisimman pitkälle pienestä rajatusta ringistä. Vakiintuneita työntötapoja on kaksi: perinteinen työntötapa eli pakitustyyli ja pyörähtämistyyli. Maailman kärkityöntäjissä on kummankin tyylin käyttäjiä. Kuulan saa työnnettyä pitkälle parhaiten tuottamalla maksimaalinen määrä nopeutta välineeseen. Välineeseen saadaan nopeutta muuntamalla suuri määrän maksimivoimaa räjähtäväksi voimaksi. Aikaa tuottaa voima välineeseen on karkeasti noin sekunti.

Kuulantyönnön biomekaniikka. Kuulantyöntötulokseen vaikuttaa neljä tekijää: kuulan lähtökorkeus, kuulan lähtökulma, kuulan lähtönopeus ja kuulan saattomatka nojareunuksen yli. Kuulan suuren painon takia ilmanvastusta ei pidetä merkittävänä tekijänä toisin kuin muissa heittolajeissa. Tärkein vaikuttava tekijä kuulantyöntötulokseen on ehdottomasti kuulan lähtönopeus. Työntökulma vaihtelee 35 - 42 asteen välillä ja lähtökorkeudeksi on saatu mieskuulantyöntäjille 210 - 230 cm (Yrjölä, 2000, 13) ja naiskuulantyöntäjille 193 - 201 cm (Young & Li, 2005). Laskennallinen optimaalinen irrotuskulma on kaikissa heittolajeissa 45 astetta (Linthorne, 2001). Optimi irrotuskulma on kuitenkin 42 astetta, kun työntäjänä on ihanteellinen 22 metrin työntäjä, irrotuskorkeuden ollessa 2,14 metriä (Lichtenberg & Wills, 1978). Huippukuulantyöntäjät saattavat käyttää hyvinkin pieniä työntökulmia, koska saavat näin suuremman lähtönopeuden kuulalle. Työntökulman pysyessä samana lähtönopeuden vaikutus työntötulokseen on jopa 2 metriä. Kulmaa vaihdellessa ja lähtönopeuden ollessa vakio muutokset työntötulokseen ovat vain noin 20 cm (Linthorne, 2001). Lähtönopeus voi olla huippukuulantyöntäjillä jopa 14 m/s (Byun et al., 2008).

Kuulantyöntäjän fyysiset ominaisuudet. Näyttäisi siltä, että työntääkseen 20 metriä kuulaa miesten tulisi hypätä vauhditonta pituutta noin 3,10 - 3,15m, vetää rinnalle 170 kg - 175 kg, punnertaa penkiltä 190 kg - 215 kg ja heittää 7,26 kg painoista kuulaa pään yli taakse 18,60 m - 21,00 m. Naisten taas tulee, päästäkseen samoilla metriluvuille, hypätä vauhditta 2,90 m, rinnalle vedon pitää olla 88 kg - 125 kg, penkkipunnerruksen taas 93kg - 115 kg ja pään yli taakse heiton neljän kilon kuulalla 19.00 - 21 m. (Räntilä, 2015; Auvinen, 2011.)

Valmennuksen ohjelmointi. Kuulantyyntön valmennus ohjelmoidaan mahdollisimman pitkällä aikavälillä. Pitkän aikavälin ohjelmointi voidaan jakaa vielä olympiadijaksolle, vuositasolle, kuukausitasolle, viikkotasolle ja aina päivätasolle saakka. Ohjelmointi tapahtuu työntäjän fyysisten ja teknisten vahvuuksien ja heikkouksien kautta. Kummallakin työntötavalla tulee olla hieman erilainen ohjelmointi, huomioiden työntötyylin erityiskohdat. Voimaharjoittelu on tärkeä osa kuulantyyntön harjoittelua ja sen tulee olla ohjelmoitu järkevästi ja tavoitteenmukaisesti ympäri harjoitteluvuotta. Teknisen harjoittelun ei tule olla vain itseään toistavaa, vaan siinäkin tulee pyrkiä progressioon harjoitteiden vaikeudessa, jotta taitotaso kehittyisi jatkuvasti. Kuulantyyntössä tärkeintä on liikkeen lopputulos, ei itse liike. Lopputulokseen voidaan päästä monilla erilaisilla vivahteellisilla tekniikoilla ja yksilöllisille eroille on annettava valmentamisessa tilaa.

Avainsanat: kuulantyyntö, kuulantyyntön biomekaniikka, pakitus, pyörähdys, voimaharjoittelu.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 KUULANTYÖNNÖN HISTORIA JA LAJIN KEHITYS	3
2. 1 Kuulantyönnön lyhyet pääsäännöt.....	5
3 LAJIN OMINAISPIIRTEET.....	6
3.1 Työntötulokseen vaikuttavat tekijät.....	9
3.2 Perinteisen työntötavan tekniikka ja biomekaniikka	11
3.3 Pyörähdystyylin tekniikka ja biomekaniikka.....	19
3.3.1 Pyörähdystyylin kinemaattiset muuttujat ja tekniikan optimointia.....	25
4 KUULANTYÖNNÖN FYYSINEN LAJIANALYYSI.....	27
4.1 Fyysiset suorituskykyvaatimukset ja ominaisuusnormistot.....	31
4.2 Antropometria ja varusteet.....	31
5 LAJIN TILA SUOMESSA JA TULEVAISUUS.....	36
6 VALMENNUKSEN OHJELMOINTI	38
6.1 Kuulantyöntäjäksi kasvaminen ja kuulantyöntäjän ominaispiirteet	39
6.2 Kuulantyöntäjän voimaharjoittelu	41
6.3 Kuulantyöntäjän ravintovalmennus	43
6.4 Herkistely.....	47
6.5 Kuulantyönnön opettaminen - taitoharjoittelu	51
6.6 Harjoitusesimerkit.....	53
7 URHEILIJAN ANALYYSI.....	59
7.1 Huipputyöntäjän harjoittelurytmitys ja harjoitteluesimerkkejä	60
8 POHDINTA.....	64
LÄHTEET	67

1 JOHDANTO

Kuulantyöntö on yleisurheilulajeista kestoaltaan kaikkein lyhytaikaisin. Itse työntösuoritus kestää vain noin yhden sekunnin ajan ja tästä loppukiihdytys noin 0,20 - 0,25 sekuntia riippuen mittaustavasta (Yrjölä, 2000, 18). Kuulantyöntöä voidaan pitää korkean maksimivoiman lajina, missä tulee lyhyessä ajassa tuotettua paljon voimaa suhteellisen raskaaseen välineeseen. Kuulantyönnön suurten voimavaatimusten takia iso osa oppimisesta tapahtuu nuoruusvaiheessa, vaikka taidon ja tekniikan herkkyyskausi on lapsuudessa (Mero, 2007, 242). Tarkoituksena on pienestä ringistä työntää kuula mahdollisimman kauas. Yleistyneitä työntötapoja on tällä hetkellä kaksi: pyörähdystyyli ja perinteinen eli pakitustyyli. Näiden tyylien lajivaatimukset eivät hirveästi poikkea toisistaan, mutta voidaan yleisesti ajatella, että pakittajat ovat pidempiä kuin pyörähtäjät.

Kuulantyöntäjä käyttää pääasiallisesti välittömiä energianlähteitä adenosiinirifosfaattia (ATP) ja fosfokreatiinia (FK). Toisaalta kilpailu kestää pitkään ja työntötauat voivat arvokisojen karsinnoissa venyä jopa puoleen tuntiin. Tuona koko aikana on pysyttävä niin fyysisesti kuin mentaalisesikin valmiina. Kilpailussa kuormittuu myös jonkin verran aerobinen energiantuottosysteemi, mutta harjoittelun tulisi kuitenkin pääasiallisesti tapahtua välittömillä energianlähteillä.

Kuulantyöntäjän kestävyysharjoittelu on pääasiallisesti lajikestävyyttä, koska huippukuulantyöntäjillä voi tulla jopa reilu sata työntöä yhdessä harjoituksessa. Myös kestävyyttä tarvitaan kuulantyönnössä, jotta palautuminen olisi nopeampaa. Täytyy kuitenkin muistaa, että kuulantyöntäjän kestävyysharjoitus peruskuntoalueella on aivan eri asia kuin esimerkiksi kestävyysjuoksijalla. Aerobinen kynnyks on noin karkeasti 70 % maksimisykkeestä ja sen tuntumassa liikuttaessa puhutaan peruskestävyysalueesta. Isokokoiselle työntäjälle aerobisen kynnyksen pinnassa liikkuminen voi tapahtua kävelemällä tai vaikka arkiaskareita tehden. Pitkät lenkit nostavat helposti sykettä liikaa ja niiden tarpeellisuutta tulee punnita huolellisesti. Peruskestävyys on hyvä hankkia pääasiassa jo juniorivaiheessa, koska myöhemmin siihen käytetty aika on turhaa ja pois itse lajilta. Kestävyyttä on tarkoitus vain ylläpitää tarvittavalla tasolla. (Haaranen, 2004, 41.)

Teknisen harjoittelun tulee kuulantyönnössä olla monipuolista. Nuorten heittäjien tulee keskittyä yleisiin heittojen periaatteisiin ja vaihdella eri heittolajia sekä välinettä paljon. Monipuoliset ja erilaiset kokemukset muokkaavat hermostoa eri tavalla. Aina samanlaisen tehtävän ja liikunnan tekeminen ei mahdollista erittäin korkeaa taitotasoa myöhemmin. Jatkuvasti uusien ja haastavampien tehtävien tarjoaminen urheilijalla on tärkeää, mutta myös haastavaa valmentajalle. Valmentajan tulee jatkuvasti kehittää ja haastaa myös omaa ajatteluaan, kun hän valmentaa urheilijoita. Urheilijan tekniikka voi myös kehittyä monella tavalla ja hyvinkin erilaisissa olosuhteissa. (National Research Council, 2004, 136-147.)

Voima ja räjähtävyys ovat kuulantyöntäjän tärkeimpiä ominaisuuksia. Tyylistä riippumatta kuulantyöntäjältä vaaditaan korkeaa maksimivoimatasoa ja räjähtävää voimaa. Tärkeää on myös laajan voimapohjan kehittäminen, jotta maksimivoima ja räjähtävä voima saadaan jalostetuksi lajivoimaksi. Korkea perusvoimataso ja nuorena hankitut voimakestävyystasot mahdollistavat korkeammat maksimivoimatasot. Maksimivoimavaatimukset ovat kuulantyöntäjällä heittolajeista korkeimmat. (Yrjölä 2000, 19.) Esimerkiksi Reijo Ståhlberg työntäessään vieläkin voimassa olevan ulkoratojen Suomen ennätyksen 21,69 metriä veti rinnalle 200 kiloa, tempaisi 140 kiloa, kyykkäsi takakyykkyä syvältä 300 kiloa, punnersi penkiltä 220 kiloa ja työnsi niskan takaa 215 kiloa. Kuulantyöntäjän fyysistä harjoittelua on käsitelty tarkemmin kappaleessa neljä.

Tämän työn tarkoitus on esitellä lyhyesti, mitä vaatii kuulantyöntäminen ja miten kuulantyöntäjän harjoittelu olisi hyvä tehdä. Lajianalysissä keskitytään biomekaniikkaan ja fyysiisiin ominaisuuksiin. Valmennuksen ohjelmointi osiossa on monia esimerkkejä erilaisista harjoittelurytmyksistä. On huomioitavaa, että ne ovat esimerkkejä ja työ ei ole täysin kattava.

Huomioitava myös, että tämä työ keskittyy miesten kuulantyöntöön, mutta monet asiat ovat yhteisiä sekä miehille että naisille. Kuulantyöntö ja huippu-urheilijan valmentaminen on koko elämän ja kaikkia siihen vaikuttavien tekijöiden ymmärtämistä ja niihin vaikuttamista niin, että saadaan ulos optimaalisin mahdollinen tulos.

2 KUULANTYÖNNÖN HISTORIA JA LAJIN KEHITYS

Raskaiden esineiden työntäminen on erittäin vanha kilpailumuoto. Antiikin runoilija Homer mainitsee kivien heittämisestä olkapään tasolta Troijan hyökkäyksen aikana. Tätä voidaan pitää yhtenä ensimmäisenä dokumentaationa kuulantönnökilpailusta. Kuulantönnö ei kuulunut muinaisiin olympialajeihin, vaan kuulantönnöstä on virallisesti kisattu muinaisirlantilaisissa Tailtenn-juhliissa ensi kerran 632 e.K.r. Muinaisen Skotlannin ja Irlannin kisoissa tämä oli enemmänkin voimien mittelyä ja tarkka suoritustapa on epäselvä. Näissä kisoissa kivenheitto muuntui kiven tönnöksi, koska painavampi kivi oli helpompi nostaa olkapään tasalle ja siitä siirtää se tönnömällä mahdollisimman pitkälle. Koska kyseessä oli voimien mittely, niin kivet saattoivat olla hyvinkin painavia. Metallin yleistyessä siirryttiin kiven tönnöstä rautakuulan käyttöön. (Yrjölä, 2000, 6 - 8; Young, 2007.)

1700-luvulla Brittien armeijan tylsistyneet sotilaat kisasivat tykinkuulien tönnömällä mahdollisimman pitkälle. Tykinkuulat olivat standardisoitu armeijassa 16 paunaisiksi, eli 7,26 kiloiksi. Myöhemmin tämä standardisoitiin miesten kuulan viralliseksi painoksi. (Liponski, 2003). Nykyaikaisissa olympialaisissa kuulantönnö on ollut mukana alusta asti eli Ateenan olympiakisoista vuodesta 1896. Kiventönnö oli myös olympialajina vuonna 1906. (Yrjölä, 2000, 6 - 8.)

Naisille lajia pidettiin sopimattomana pitkään. Laji oli muun muassa rumentava ja epänaiseellinen. 1920-luvulta saakka on naisten tuloksia kirjattu ylös. Olympialaisiin naisten kuulantönnö tuli mukaan vuonna 1948. Lajia oli kuitenkin järjestetty naisten maailman kisoissa vuonna 1922 ja 1938. (Liponski, 2003.)

Lajitekniikka on kehittynyt vuosien varrella runsaasti. Pieni tönnöalue on määrittänyt lajitekniikan kehityksen ja ensimmäinen kehitysvaihe oli sivuttain tapahtuva vauhtihyppy. Vuonna 1909 ME-lukemiksi työnsi Ralph Rose sivuttaiselle vauhtihypyllä 15.54 m. Kuulantönnö oli muutenkin alkuvaiheessa hyvin amerikkalaisten hallitsema laji. Ennen vuoden 1972 olympialaisia vain Ville Pörhölä suomesta (1920) ja Saksan Hans Wölke (1936) onnistuivat voittamaan olympiakultaa ennen amerikkalaisia. (Yrjölä, 2000, 6 - 8.)

Amerikkalainen Hames Fuchs 1940-luvun lopulla suoritti vauhtihypyn vielä, mutta kiersi jo ylävartaloa mahdollisimman kauaksi taakse kehän ulkopuolelle, mikä loi pohjan pakitukselle.

Parry O'Brien keksi, että vauhtiin voisi lähteä selkä työntösuuntaa kohti ja näin vauhtihyppy muuntui takaperin hypyksi, joka myöhemmin kehittyi nopeaksi liukusiirroksi. O'Brien hallitsikin uudella tyylillään koko 1950-luvun kuulantyyntöä parantaen ME:tä jopa 10 kertaa, työntäen parhaillaan 19.30 m. Bill Nieder työnsi ensimmäisenä yli 20 metriä vuonna 1960 ja 21-metrin rajan rikkoi Randy Matson vuonna 1965. (Yrjölä, 2000, 6 - 8.)

22-metrin raja meni rikki, kun kiekonheittotekniikkaa sovellettiin kuulantyyntöön. Neuvostoliiton Alexander Baryshnikov työnsi vuonna 1976 22,00 metriä. Pyörähdystekniikkaa alettiin käyttää yhä useammin ja sitä kehitettiin erityisen paljon Amerikassa. Nykyään se on jopa hieman suosituampi tapa työntää. Baryshnikov käytti erittäin voimakkaasti ylävartaloaan työntönsään. Tästä voimakkaasta etukallistuksesta on luovuttu ja tilalle on tullut paljon pystympi, enemmän jalkojen päällä pyörivä tekniikka. Toisaalta tyylillisiä eroja on maailman huipulla runsaasti. (Yrjölä, 2000, 6 - 8.)

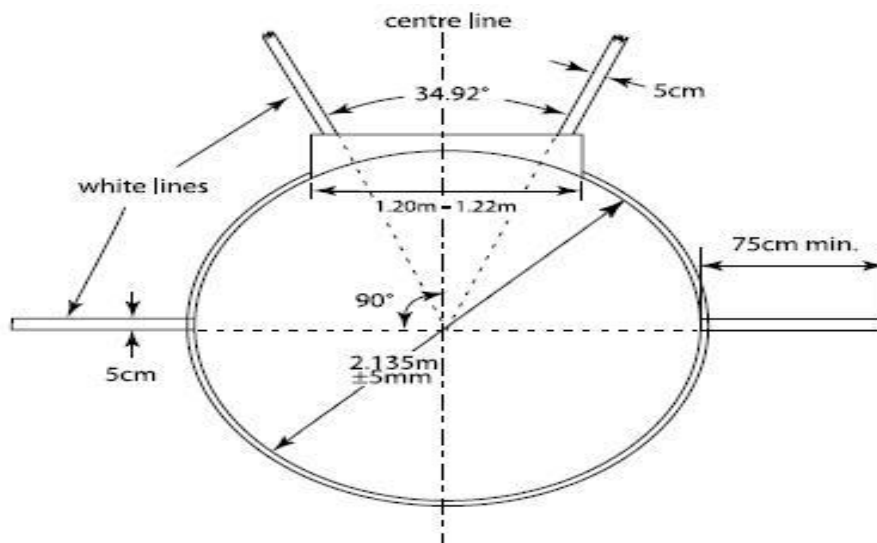
Kova kansainvälinen 23 metrin raja on rikottu molemmilla tekniikoilla, kun Itä-Saksan Ulf Timmermann työnsi vuonna 1988 pakittamalla 23,06 m. Amerikkalainen Randy Barnes on tämänhetkinen maailmanennätysmies pyörähdystyyllillään työnnettyään 23,12 metriä vuonna 1990. (Yrjölä, 2000, 6 - 8.)

2. 1 Kuulantyönnön lyhyet pääsäännöt

Kuulantyöntörinki on halkaisijaltaan 2,135 metriä ja nojareunus on 0,112 m - 0,30 m leveä. Kuula täytyy asettaa kaulan ja hartian väliin. Työntökäsi on oikaistava suoraksi työntöhetkellä. Kuula on työnnettävä hartialta yhdellä kädellä ja kuulaa ei saa viedä hartialinjan taakse. Monet huipputyöntäjät asettavat kuulan sääntöjen kieltämälle alueelle, melkein jopa niskaan, mutta näistä harvoin liputetaan työntöä hylätyksi. Uusin kehitetty kuulantyöntötekniikka "kärnypyörätekniikka" on kuulantyönnössä kielletty. (Suomen urheiluliitto ry, 2014.)

Suorituksen jälkeen työntäjän tulee poistua ringistä hallitusti ringin takaosan kautta. Takaosa on yleensä merkattu valkoisilla viivoilla, joiden takaa työntäjän tulee poistua. Kuvassa 1 on esitetty kuulantyöntöringin mitat ja malli. Työnnön pituus mitataan ringin etuosasta kuulan laskeutumispaiikkaan saakka. (Suomen urheiluliitto ry, 2014.)

Kuulantyönnössä on yleensä kuusi työntöä. Pisimmälle työntänyt voittaa kilpailun. Miesten kuula painaa 7,26 kg ja naisten 4 kg. Kuulan tulee olla rautaa, messinkiä tai messinkiä kovempaa metallia. Hyväksytyä on myös tehdä metallista kuori ja täyttää sisältö jollain muulla kiinteällä aineella. Kuulan on oltava pallon muotoinen ja pinnan sileä. Kuulan halkaisija on yllättävän tärkeä tekijä työntäjien keskuudessa. Monet tykkäävät joko halkaisijaltaan isommasta tai pienemmästä kuulasta. Miesten kuulan halkaisijan vaihteluväli on 110 - 130 mm. Naisilla halkaisijan vaihteluväli on 95 - 110 mm. (Suomen urheiluliitto ry, 2014.)



KUVA 1: Kuulantyöntörinki (Mukaeltu Suomen urheiluliitto ry, 2014).

3 LAJIN OMINAISPIIRTEET

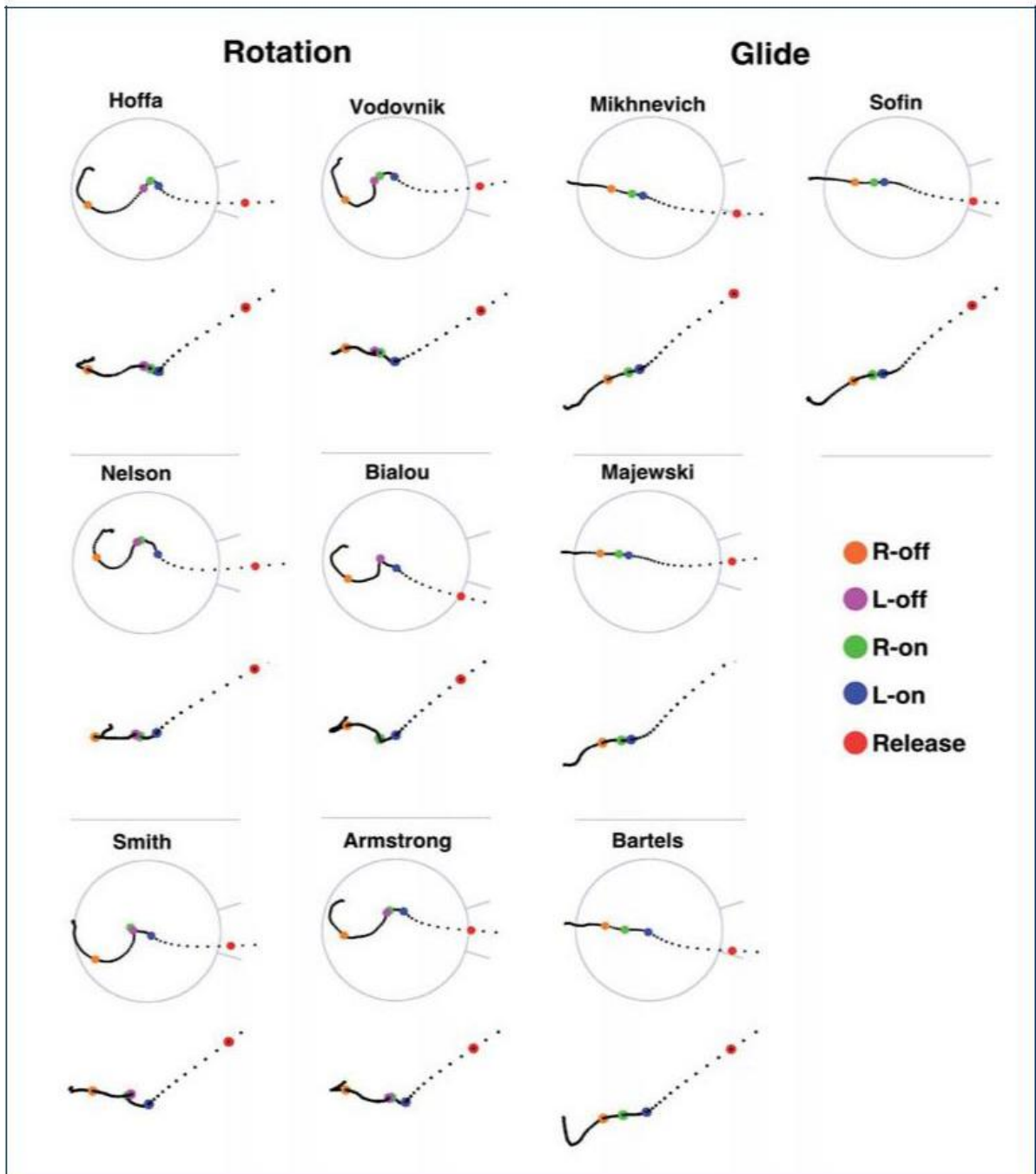
Kuulantyöntösuoritus on kestoltaan lyhytaikaisin yleisurheilusuoritus. Huipputyöntäjän suoritus tapahtuu 1,3 - 1,5 sekunnin aikaraamissa. Itse työntövaihe kestää vain noin 0,2 - 0,25 sekuntia. (Yrjölä, 2000, 13 - 18.) Kuulantyönnössä on tällä hetkellä käytössä kaksi tekniikkaa - perinteinen ja pyörähdys. Kummallakin tyyllillä on työnnetty pitkälle. Esimerkiksi vuoden 2007 maailmanmestaruuskisoissa Osakassa kuusityöntäjää käytti pyörähdystekniikkaa, kun taas loput neljä perinteistä eli pakitusta. Taulukossa 1 on nähtävissä tarkempi esitys kisoissa käytetyistä tyyleistä ja tuloksista. Kolmen parhaan työntäjän joukossa oli kummallakin tyyllillä työntäviä. (Byun et al., 2008.) Pyörähdystyyli vaikuttaisi tällä hetkellä olevan hiukan suosittu tyyli maailman huipputyöntäjien keskuudessa.

TAULUKKO 1: Viralliset tulokset ja heiton tärkeimmät mitattavat muuttujat miesten kuulantyönnön maailmanmestaruuskisoissa 2007. (Mukaeltu Byun et al., 2008).

Sijoitus	Nimi	Maa	Tulos (m)	Tekniikka	Heiton tärkeimmät muuttujat		
					Nopeus (m/s)	Kulma (astetta)	korkeus (m)
1.	Reese Hoffa	USA	22.04	Pyörähdys	14.07	32.35	2.34
2.	Adam Nelson	USA	21.61	Pyörähdys	14.06	30.77	2.38
3.	Andrei henivich	Mik- BLR	21.27	Pakitus	13.44	37.48	2.56
4.	Rutger Smith	NED	21.13	Pyörähdys	13.34	37.66	2.35
5.	Tomas Majewski	POL	20.87	Pakitus	12.99	37.55	2.58
6.	Mirian Vodovnik	SLO	20.67	Pyörähdys	13.42	33.63	2.26
7.	Ralf Bartels	GER	20.45	Pakitus	13.31	35.10	2.11
8.	Yurly Bialou	BLR	20.34	Pyörähdys	13.24	36.70	2.22
9.	Dylan Armstrong	CAN	20.23	Pyörähdys	13.18	34.29	2.10
10.	Pavel Sofin	RUS	19.62	Pakitus	12.83	35.31	2.39

Kahden tekniikan olemassaolo herättää kysymyksen, onko toinen parempi kuin toinen. Tavoitteena on saavuttaa mahdollisimman suuri lähtönopeus kuulalle. Kuulan pitkä kiihdytysvaihe voi olla pyörähdystekniikan etuja (Heger, 1974). Toisaalta kuulan nopeuden tippuminen lento- ja vaihtovaiheessa voi olla epäedullista pyörähdystekniikalla. Oikean jalan tullessa maa-

han ja työntäjän selän ollessa kohti työntösuuntaa kuulun vauhti saattaa tippua. Buyn et al., (2008) saivat ajatusta tukevia tuloksia omassa tutkimuksessaan. Toisaalta tässä hidastavassa vaiheessa luodaan myös kiertovoimia, jotka purkautuvat heiton lopussa. Tekniikkaa opetettaessa on siis erittäin tärkeää myös painottaa nopeaa vasenta jalkaa, joka tulee kohti nojareunusta. Kuvassa 2 on kuvattu kuulun lentorata ylä- ja sivukulmasta.



KUVA 2: Kuulan lentorata ylä- ja sivukulmasta on esitetty 2007 MM -kisojen kuulantyönön finalisteilla. Vertailtaessa Hoffan, Nelsonin ja Biloun sivukulman kuulun lentoratoja voidaan nähdä, että Bialoun lentorata ei ollut tehokas. Hän joutui nostamaan lentorataa hieman verrattuna Hoffaan tai Nelsoniin. Pakittajien kuulun lentorata on lähes lineaarinen. Lähes kaikki saattavat myös nojareunuksen yli. (Buyn et al., 2008).

3.1 Työntötulokseen vaikuttavat tekijät

Kuulantyöntö on sarja oikeaan aikaan toteutettuja liikkeitä. Suurin voima tuotetaan reaktiovoimina alustasta. Itsekin kuulantyöntäjänä kuuluisaksi tulleen Arrheniuksen (2014) mukaan oikealla jalalla tuotettu korkein vertikaalinen voima ja vasemman jalan kontaktaika korreloivat tuloksen kanssa oikeakätisillä työntäjillä. Hänen mukaansa myös työntäjän tuottama reaktiovoima maata kohti työntövaiheessa vaikuttaa vasemman jalan suoristumisnopeuteen ja sitä kautta kuulan lähtönopeuteen. Kuulantyöntäjän tavoitteena on siis tuottaa jalkojen kautta voimaa kineettisessä ketjussa kohti kättä.

Kuulantyönnön tulokseen vaikuttaa neljä tekijää:

1. Kuulan lähtökorkeus
2. Kuulan lähtökulma
3. Kuulan lähtönopeus
4. Kuulan saattomatka nojareunuksen yli (Yrjölä, 2000; Byun et al., 2008.)

Kolme ensimmäistä ovat kaikkein tärkeimpiä ja kuulan lähtönopeus on niistä tärkein. Kuulan painon ja muodon takia ilmanvastusta ei pidetä tärkeänä tekijänä tuloksen kannalta, toisin kuin keihäänheitossa ja kiekonheitossa (Lichtenberg & Wills, 1978). Saattoa nojareunuksen yli pidetään lähes merkityksettömänä yli 20 metrin työnöissä (Yrjölä, 2000, 13).

Kuulan lähtökulman, eli työntökulman on mitattu vaihtelevan 35 - 42 asteen välillä. Lähtökorkeudeksi on mitattu mieskuulantyöntäjille 210 - 230 cm (Yrjölä, 2000, 13) ja naiskuulantyöntäjille 1.93 - 201 cm (Young & Li, 2005). Linthorne (2001) on mitannut huippu mies-työntäjille suuremman irroituskorkeuden (keskiarvo 2.22m), kuin naishuipuille (keskiarvo 2.07m). Tämä johtuu hänen mukaansa luultavasti pituuserosta. Laskennallinen optimaalinen työntökulma on kaikissa heittolajeissa 45 astetta (Linthorne, 2001). Lichtenbergin & Willsin (1978) mukaan optimi työntökulma kuulantyönössä on kuitenkin 42 astetta, kun työntäjänä on tyypillinen 22 metrin työntäjä irrotuskorkeudella 2,14 metriä. Toisaalta huipputyöntäjät käyttävät hyvin alhaisia kulmia, luultavaksi koska saavat näin korkeamman lähtönopeuden kuulaan. Mitatut kulmat vaihtelevat aina 26 asteesta 45 asteeseen, keskiarvon ollessa 37 astetta (Luhtanen et al., 1997).

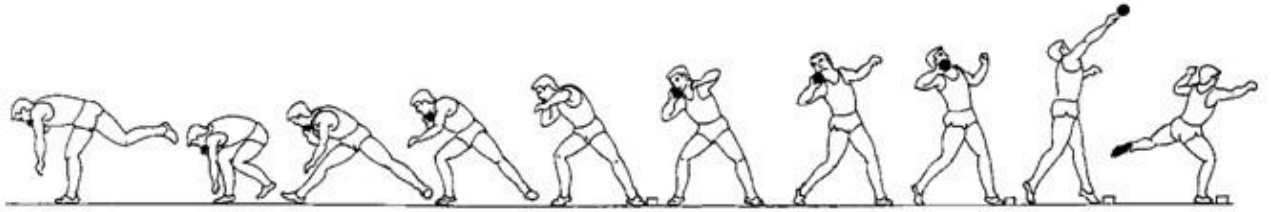
Hyvän suorituksen aikaansaamiseksi ei ole tärkeää saada kuulaa lähtemään oikeaan kulmaan vaan kaikkein tärkeintä on aikaansaada kuulalle suuri lähtönopeus. Lähtönopeuden vaikutus työntötulokseen on jopa 2 metriä, kun kulma pidetään samana. Kulmaa vaihdellessa ja lähtönopeuden ollessa vakio muutokset työntötulokseen ovat vain noin 20 cm (Linthorne, 2001).

Kuulantyöntötulokseen ainoa merkittävästi vaikuttava tekijä on siis lähtönopeus (Vecchio, Muller-Karger & Salazar, 2012; Yrjölä, 2000, 13). Young & Li (2005) saivat työntötuloksen ja lähtönopeuden välille positiivisen korrelaation ($R=0.97$, $p<0.0003$). Huippukuulantyöntäjillä lähtönopeus voi olla jopa 14 m/s (Byun et al., 2008). Lähtönopeutta tulisi pyrkiä kehittämään jatkuvasti kuulantyöntäjän uralla. Toisaalta vauhdin lisääminen jossain vaiheessa työntöä ei välttämättä lisää kuulan lähtönopeutta irrotuksessa. Tämä voi johtua siitä, että nopeuden lisääminen voi johtaa epätasapainoon, ongelmiin tekniikassa, pienempiin lihasaktiivisuuksiin tai epäjärjestyksessä toimiviin lihassupistuksiin. Taulukossa 2 on nähtävissä huippukuulantyöntäjien kinemaattisia muuttujia.

TAULUKKO 2: Ateenan olympialaisten mitalikolmikron kinemaattisia muuttujia. (Haverinen, 2008).

Nimi	Sijoitus	Työnnön pituus (m)	Irtoamiskorkeus (m)	Lähtö- nopeus (m/s)	Lähtökulma (aste)
Yuriy Be- lonog	Kulta (1.)	21.16	2.55	13.85	33
Adam Nelson	Hopea (2.)	21.16	2.33	13.95	33
Joachim Olsen	Pronssi (3.)	21.07	2.31	13.60	41

3.2 Perinteisen työntötavan tekniikka ja biomekaniikka



KUVA 3: Perinteinen työntötapa (The Robinson library).

Perinteisen työntötavan voi jakaa valmistelemaan vaiheeseen, irtiottoon, lentovaiheeseen, takajalan alastuloon, etujalan alastuloon ja työntövaiheeseen. Valmistelemaan vaiheen tärkein tavoite on saavuttaa hyvä asento, mistä työntö aloitetaan. Valmistelemaan vaihteen rytmi ja tasapaino vaikuttavat suuresti työntönnön lopputulokseen. (Young, 2007.)

Huipputyöntäjät käyttävät erilaisia tyyliä ja yleisesti voidaan sanoa, että valmistelemaan vaiheen liikkeen tulisi olla yksinkertainen, mutta tehokas. Tarkoituksena on minimoida liikkeitä, jotka eivät osallistu liikkeen tuottamiseen. Tyyliä voidaan erotella karkeasti kahteen, staattiseen ja dynaamiseen. (Young, 2007.)

Staattisessa tyyliä urheilija aloittaa työntönnön paikaltaan, tyyppillisesti yhden jalan ollessa maassa ja yläkropan osoittaessa kohti maata. T-asento on staattisesta tyyliä yleisin. Kuvassa 4 näkyy hyvin työntäjien T-asennot. Siinä urheilija tasapainottelee yhden jalan varassa ja yläkroppa on vaakasuorassa tai alempana rinkiin nähden ja takajalka on ylhäällä. Asento muistuttaa T-kirjainta. Toinen staattinen tyyli on enemmän kumara, missä yläkroppa koskettaa tukijalkaan ja takajalka on koukussa kropan alla. Huolimatta tyyliä, vapaan käden tulee olla rentona ja tasapainottaa kehoa. (Young, 2007.) Matala asento vaatii enemmän voimaa ja urheilijan voimatasot määrittävät pitkälti aloitusasennon (Hay, 1993).



KUVA 4: a) Vasemmalla David Storlin alkuasento ja b) oikealla Werner Gunthorin.

Dynaamisessa lähdössä työntäjä lähtee pystysuoremmasta asennosta verrattuna staattiseen tyyliin ja pudottautuu aggressiivisesti alhaiseen asentoon, mistä sitten aloittaa jalkatyön liukua varten. Tällä tyyllillä voidaan luultavasti saavuttaa suurempi liikemäärä, eli momentumi, joka voidaan määrittellä massan ja nopeuden tulona. Saatetaan myös saavuttaa pidempi kiihdytysaika välineelle, mutta tätä ei ole voitu todistaa. Sekä dynaamista, että staattista tyyliä on löytynyt huippuheittäjiltä. Dynaaminen lähtö on loppujen lopuksi hyvin samanlainen kuin staattinen, mutta mahdollistaa välineen sijoittamisen ringin ulkopuolelle ennen kuin urheilija laskee painopistettään alemmas. Tämä teoreettisesti mahdollistaa pidemmän matkan, jonka aikana työntäjä voi kiihdyttää kuulaa. Dynaamisessa mallissa on myös tyypillistä vapaan jalan erityyyliset heilahtelut ja sen tuonti kropan alle ennen liukuun lähtöä. Yleensä nopeat työntäjät käyttävät dynaamista tyyliä ja voimakkaammat sekä kookkaammat työntäjät staattista tyyliä. (Young, 2007.)

Valmisteleavan vaiheen viimeisessä vaiheessa on tärkeä tehdä kolme asiaa ennen liukua:

1. Heittäjän painopisteen siirto taaksepäin kohti työntösuuntaa, eli kaatuminen taaksepäin.
2. Vapaan jalan voimakas ojentuminen kohti työntösuuntaa
3. Tukijalan voimakas ojentuminen

Kuvassa 5 esitetty kaikki kolme kohtaa Storlin ja Gunthorin toimesta.



KUVA 5: Valmisteleava vaihe ennen irtiotta, a) ylhäällä Gunthorin ja b) alhaalla Storlin esimerkit. Storl viimeisessä kuvassa jo irtioton puolella.

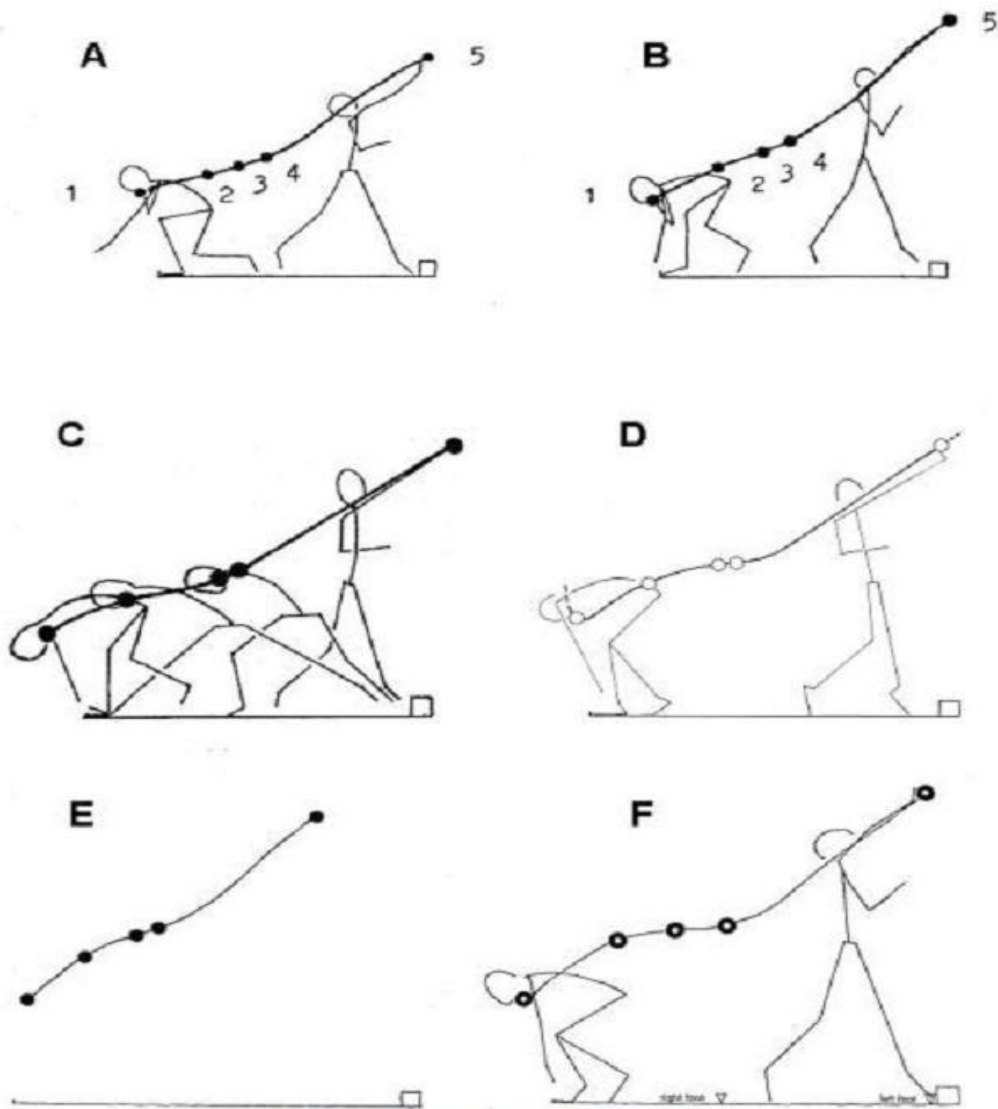
Lentovaiheessa tukijalan tulee siirtyä mahdollisimman läheltä maata ja laskeutua keskelle rinkiä. Jalkojen väli ei saisi ylittää metriä. Tämä kapea asento mahdollistaa alaraajojen tehokkaan hyödyntämisen. Mutta toisaalta kapea asento on epätasainen ja lyhentää kuulun kiihdytysmatkaa. Leveää asentoa käytetään myös laajasti (1,1 - 1,2 m). Asennon heikentäessä alaraajojen voimia se tarjoaa kuitenkin pidemmän matkan kiihdyttää kuulaa. Jalkaa tulisi myös lentovaiheen aikana aktiivisesti vetää kohti työntäjän kehon painopisteen alaosaa. Vapaata kättä voi myös käyttää vastaliikkeenä lentovaiheessa, jotta olkapäät pysyvät kohti ringin taka-reunusta. (Zatsiorsky, Lanka & Shalmanov, 1980.)

Perinteisessä työntötavassa ja niin myös pyörähdystyyliissäkin suurin osa välineen nopeudesta häviää lentovaiheen aikana (Young & Li, 2005). Young (2007) ehdottaakin, että päähyöty lentovaiheessa on mahdollistaa parempi venymis-lyhenemis-sykli. Koska laskeutuminen aiheuttaa voimakkaan eksentrisen lastautumisen alaraajoille ja tämä saattaa mahdollistaa voimakkaamman alaraajojen ojentumisen sekä välineen saaton.

Lentovaiheen ajat vaihtelevat 0,4 - 0,5 sekunnin välillä, toisaalta jopa $< 0,2$ s aikoja on mitattu (Young, 2007). Eri työntötyylit vaikuttavat suuresti lentovaiheen pituuteen. Myös liu'un pituudet vaihtelevat suuresti. Tähän vaikuttaa urheilijan pituus. Pitkät urheilijat yleisesti liukuvat vähemmän, sillä he haluavat leveämmän työntöasennon, kun taas lyhyemmät työntäjät saattavat liukua pitempää, jotta saavat itselleen sopivan työntöasennon. Myös tekniikka vaikuttaa suuresti liu'un pituuteen. (Young, 2007.) Kuvassa 6 on esitetty kuulun reitti vauhdin aikana eri työntäjillä.

Kuten aiemmin mainittu, lentovaiheen jälkeen takajalan tulee tulla läheltä maata ja laskeutua lähelle ringin keskustaa. Jalan tulisi olla käännettynä noin 45 - 90 asteen kulmaan heittosuuntaan nähden. Myös 80 - 135 asteen kulmaa on suositeltu. Takajalan alastulokohtaan ja kulmaan, mihin jalka asettuu, vaikuttaa hyvin paljon työntäjän yksilölliset ominaisuudet. Suosii ko urheilija kapeaa työntöasentoa vai mieluummin leveämpää. Takajalkaa suositellaan yleisesti tuotavan päkiälle alas, mutta koko jalkapohjan tuominen samaan aikaan maahan voi olla hyödyllistä. Nilkkanivelen ollessa heikoin nivel alaraajassa, sen ei uskota kestävän painetta ja painuvan joka tapauksessa maahan vieden paljon aikaa ja hidastaen työntöä. Kokojalalla tultaessa saadaan tuotettua enemmän voimaa alustaa kohti. (Young, 2007; Zatsiorsky, Lanka & Shalmanov, 1980.) Kuitenkin teoria ei aina vastaa käytäntöä ja huipputyöntäjillä on paljon yleisempää, että tullaan päkiälle alas kuin tasajalkaa. Takajalan tulisi tulla suoraan työntäjän

massakeskipisteen alle. Mekaanisesti kuitenkin takajalan jättäminen hiukan työntäjän massakeskipisteen taakse voi olla hyödyllistä, sillä yläkropan kiihdyttäminen työntövaiheessa voi olla helpompaa. (Young, 2007.) Takajalan tulisi olla koukistettuna polvesta, kun takajalka tulee maahan. Keskivartalon tulee osoittaa ringin takaosaa kohti eli ylävartalon tulee olla suljettuna, kun takajalka tulee maahan. Kuvassa 7, 8 ja 9 demonstroitu huipputyöntäjien tyylejä. Takajalan koukistuksella on myös vahva positiivinen korrelaatio suorituksen kanssa huippu naistyöntäjillä (Young & Li, 2005).



KUVA 6: Kuulan reitti vauhdin aikana eri työntäjillä. A: Iлона Slupianek 22,45 m, B: Ulf Timmermann 22,62 m, C: Werner Gunthor 22,23 m, D: Manuel Martinez 21,30 m, E: Jacky Joyner-Kersey 14,38m, F: Astrid Kumbernuss 21,22. (Mukaeltu Bartonietz, 1995).



KUVA 7: Storlin alastulossa yläkroppa on hyvin suljettuna ja takajalan nilkan kulma on erittäin suuri. Hän näyttää tulevan kokojalalle alas.



KUVA 8: Gunthor tulee päkiälle alas, nilkka käännettynä enemmän kuin Storlilla. Jalka tullut keskelle rinkiä. Yläkroppa hyvin suljettuna.



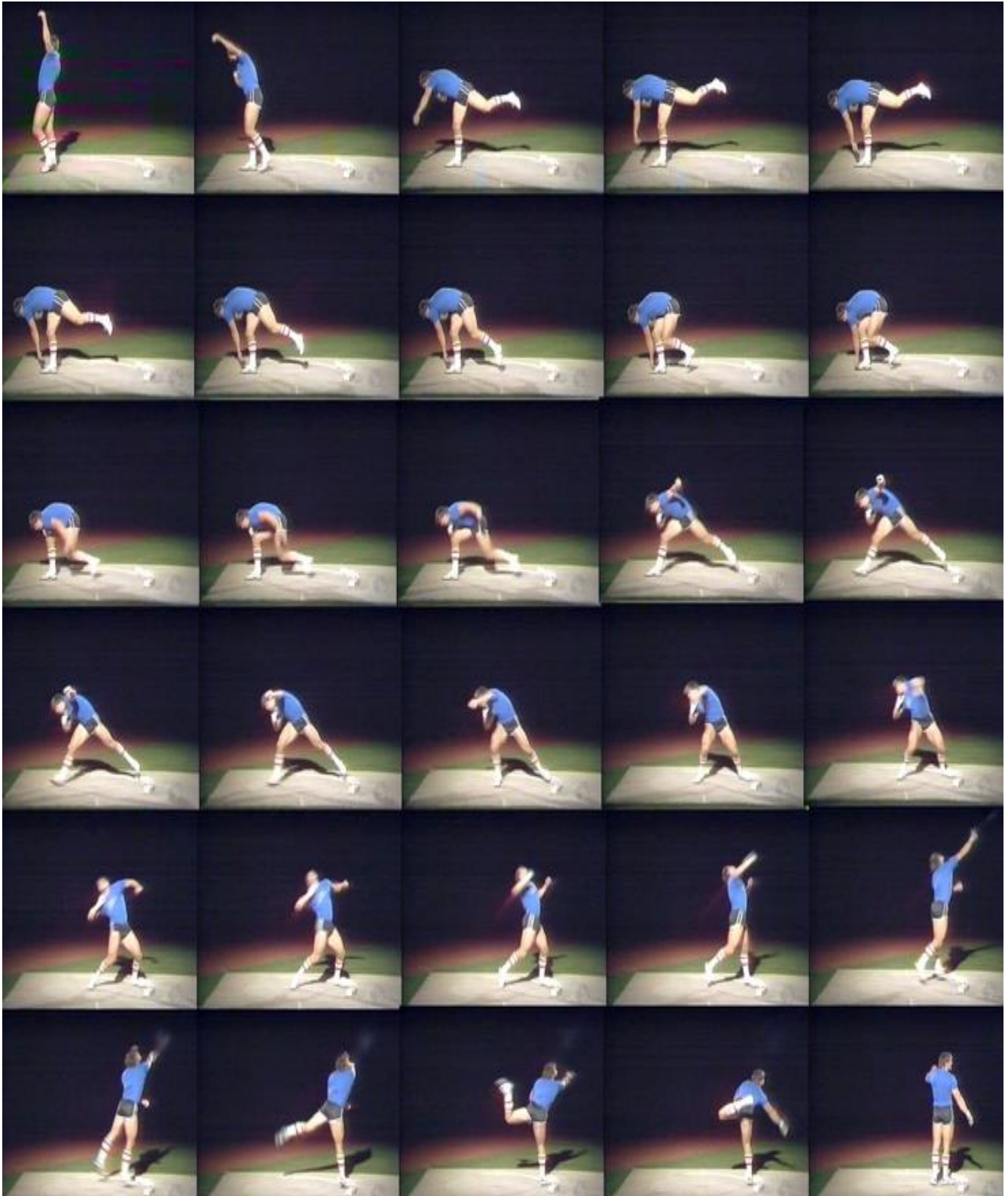
KUVA 9: Tomasz Majewski tulee päkiälle alas, mutta nilkkaa ei ole käännetty työntösuuntaa kohti. Yläkroppa on tiukasti suljettuna.

Takajalan ja etujalan maahantulo tulee tapahtua rytmillisesti hyvin nopeasti ja tehokkaasti. Tässä vaiheessa tulee minimoida työntäjän keskimassapisteen vauhdin vähentyminen. Työntäjän tavoitteena tulee olla mahdollisimman lyhyt yhden jalan vaihe ja mahdollisimman nopea etujalan alastulo. Toisaalta myöskään samaa aikaan eivät saa jalat tulla maahan, sillä tämä saattaa pysäyttää työntäjän keskimassapisteen eteenpäin kulkevan liikkeen. Youngin (2007) mukaan jalkojen laskeutumisen välinen optimaalinen aika on 0,37 sekuntia. (Young, 2007; Zatsiorsky, Lanka & Shalmanov, 1980.)

Etujalan alastulossa on muutama erilainen tekniikka, mutta huipputyöntäjät käyttävät useimmiten aktiivista etujalan alastuloa, eivätkä siis passiivisesti odota kontaktia. Etujalan tulisi tulla hyvin lähelle nojareunusta. Heittäjien työntöasennossa jalkojen leveys vaihtelee 0,8 metristä aina yli 1,1 metriin. Pitkää jalkaväliä käyttävät työntäjät tekevät lyhyemmän lentovaiheen kuin lyhyttä jalkaväliä käyttävät. Yleisesti leveämpi työntöasento takaa pidemmän kiihdytysmatkan kuulalle, mutta vähentää maksimaalista voimaa mitä takajalka pystyy tuottamaan. Kapean asennon työntäjät saavat tuotettua enemmän voimaa, koska heillä on enemmän aikaa suoristaa takajalka, mutta tämä asento on tasapainolle haastavampi. Pitkä kiihdytysmatka on erittäin tärkeä lopputuloksen kannalta, mutta tällöin takajalan tulee olla erittäin voimakas voittaakseen kapean asennon tuoman voimaedun. (Young, 2007; Zatsiorsky, Lanka & Shalmanov, 1980.)

Etujalan tultaessa maahan olkapäiden tulisi vielä olla kohti ringin takareunaa kohti. Toisaalta lantion tulisi olla jo kääntynyt hiukan työntösuuntaa kohti. Auennut lantio johtaa suurempaan venytykseen keskivartalon lihasten osalta ja voi estää liian aikaista lopputyöntöä. (Zatsiorsky, Lanka & Shalmanov, 1980.) Kuvassa 10 esitetty kuulantyöntön kokonaissuoritus.

Työntövaihe alkaa, kun etujalka koskettaa maata ja jatkuu aina kuulan irtoamiseen saakka. Tämä vaihe ratkaisee koko työntön ja Turkin (1997) mukaan 80 - 90 % työntön pituudesta ratkeaa tässä vaiheessa. Työntövaiheessa maksimoidaan välineen nopeus, lähtökulma, irrotuskorkeus ja horisontaalinen irrotusetäisyys. Tämä kaikki pitää tehdä niin, että työntäjä pysyy ringissä. (Young, 2007.) Kuvassa 11 esitetty huipputyöntäjien työntövaiheet.



KUVA 10: Werner Gunthorin kokonaissuoritus kuvattuna kuvasarjana.



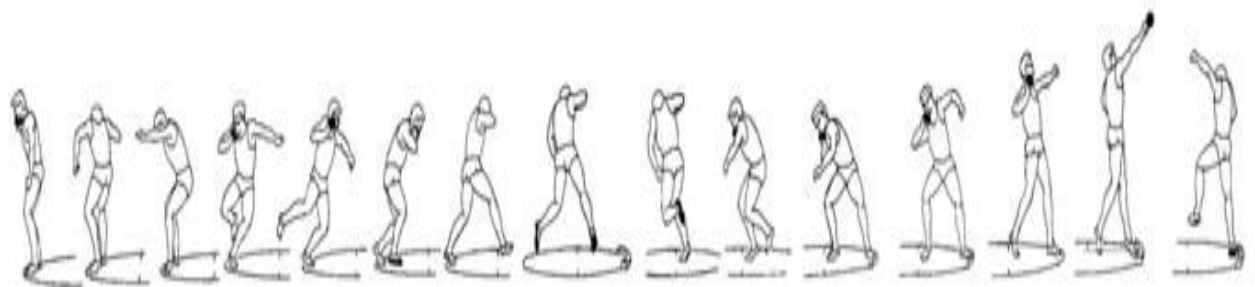
KUVA 11: a) ylhäällä Storlin, b) keskellä Majewskin ja c) alhaalla Gunthorin työntövaihe.

3.3 Pyörähdystyylin tekniikka ja biomekaniikka

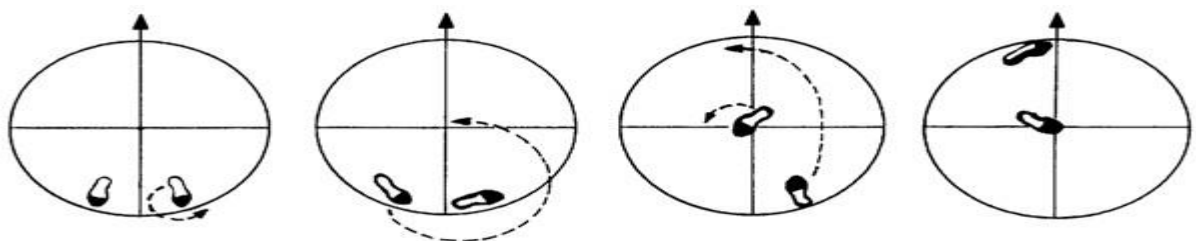
Pyörähdystyyli on monimutkaisen liikesarjan suorittamista kovalla vauhdilla hyvin pienessä tilassa. Työntäjä pyörii yhteensä puolitoista kierrosta suorituksen aikana. Kuvassa 12 on esitetty pyörähdystyylin tekniikka. Pyörähdystyyliin sovelletaan lineaarista eteenpäin menevää liikettä sekä osia pyörähtämisestä, jotka rytmisesti soljuvat yhdessä. Suurin liike saadaan aikaiseksi alaraajojen lihaksista ja viimeinen liike, eli työntö, yläraajojen liikkeestä. Pääasiallinen voima kuitenkin tuotetaan maata kohti. Lähtönopeus on kaikkein tärkein tekijä (Luhtanen et al., 1997; Zatsiorsky, 2000; Bartonietz, 1994).

Pyörähdystekniikka on periaatteiltaan samanlainen kuin kiekonheiton tekniikka, lukuun ottamatta muutamaa muuttujaa. Esimerkiksi rinki on pienempi kuulantyönnössä, mikä tarkoittaa nopeampaa ja tiukempaa pyörähdystä. Välinettä myös pidetään kaulalla – lähempänä kehon painopistettä, mikä tekee tasapainosta hankalampaa. Kuulantyönnön lopussa tapahtuu voimakas nosto, mikä on erilainen kuin kiekonheitossa.

Pyörähdystyyliin on hiukan enemmän vaihtelua, kuin perinteisessä työntötekniikassa. Kehon mittasuhteet ja yksilön liikkeen ymmärrys vaikuttavat paljon pyörähtämiseen. Pyörähtää voi hyvinkin monella erilaisella tyyllillä. Kuitenkin perusohjeet käyvät monelle ja kun perustekniikan osaa, voi urheilija sekä valmentaja soveltaa tekniikkaa heittäjälle optimaalisemmaksi.



KUVA 1: Pyörähdystekniikka kuvattuna a) sivulta ja b) ylhäältä. (Mukaeltu Devall, 2015).



Pyörähdystyyli voidaan jakaa viiteen eri osaan (Yrjölä, 2000, 48):

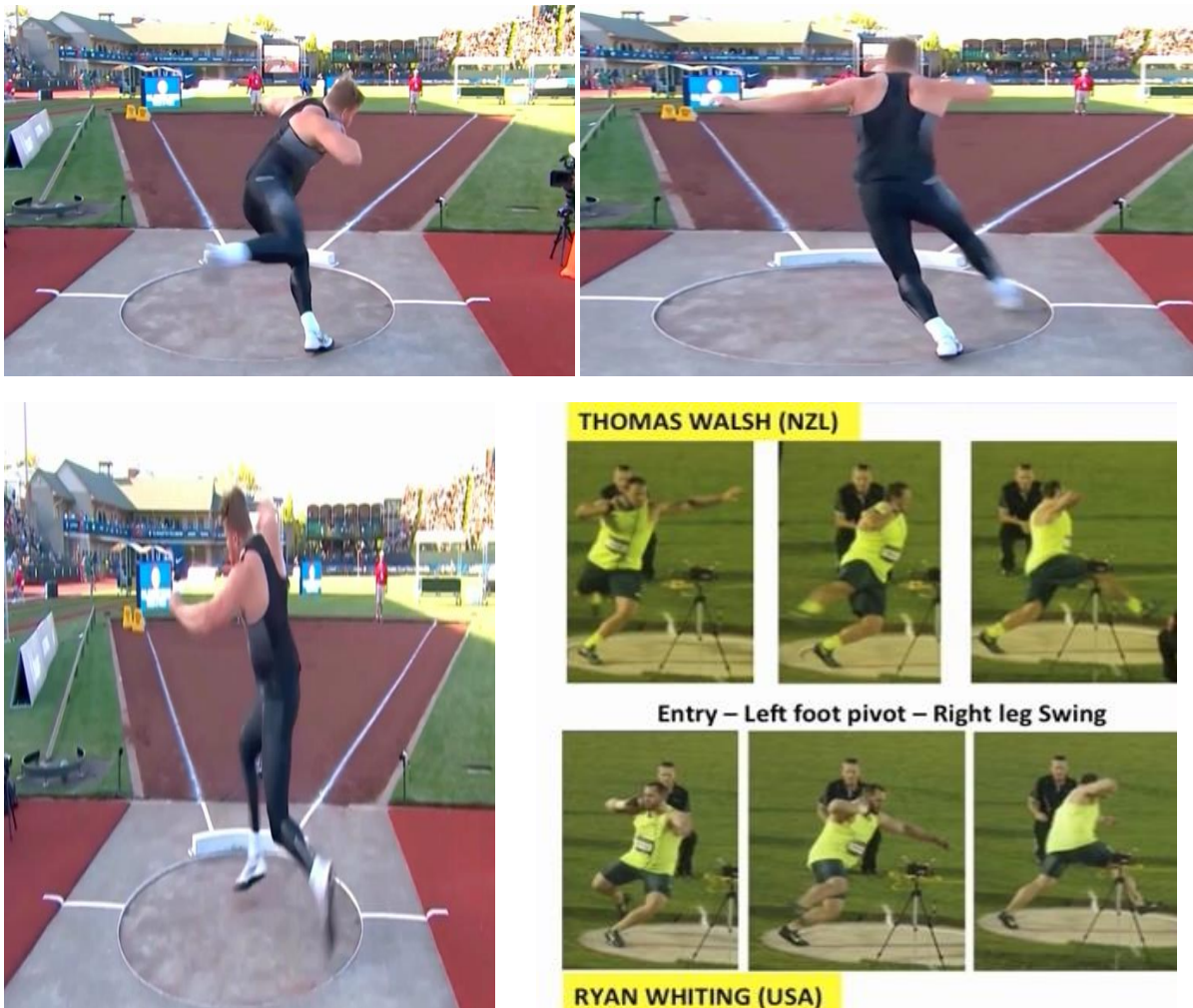
1. Kahden jalan tukivaihe
2. Yhden jalan tukivaihe
3. Lentovaihe
4. Pyörimisvaihe, missä ollaan yhdellä jalalla ja vaihe päättyy siihen, kun toinen jalka osuu maahan
5. Työntövaihe, missä ollaan kummatkin jalat maassa. Tässä vaiheessa kuuluu tuotetaan eniten voimaa ja pyritään saamaan kuulalle mahdollisimman suuri lähtönopeus.

Työntäjä aloittaa työnnön selkä heittosuuntaan päin. Tämän jälkeen tehdään painonsiirto vasemmalle jalalle ja yläkropan kääntyminen oikeakätisillä työntäjille vasemmalle. Useimmat heittäjät käyttävät alhaista työntöasentoa, missä polvet ovat taivutettuina noin 90 - 120 astetta. Tässä asennossa keho on reisien päällä. Tämä tyyli takaa liikelaajuudeltaan laajan ja tasaisen lähdön ja tasaisen liikkeen tuettoman vaiheen yli, koska painopiste jatkaa nousua alkuvauhdin jälkeen. Painonsiirto saattaa siis olla tehokkaampaa verrattuna korkeampaan lähtöasentoon. Tämä auttaa pitämään yläkropan jalkojen päällä pyörimisvaiheessa niin, ettei yläkroppa tipu oikean jalan päälle. Pystympi alkuasento, missä polvet ovat jopa 130 asteen kulmassa tai ylisin, voi vaikuttaa positiivisesti räjähtävään jalkojen loppuojennukseen lopputyönnössä. Toisaalta erittäin matala aloitusasento luo suuria leikkaavia voimia kääntyvän jalan polviniveleen, mikä voi luoda haasteita. (Bartonietz, 1994.) Kuvassa 13 on esitetty huipputyöntäjien eri aloitusasennot.

Juuri ennen ilmalentoa tulee ajoittaa oikein "potkiva" vapaajalka, jonka avulla luodaan pyörimisvaiheeseen vauhti. Kuvassa 14 on esitetty vapaajalan liike hyvin. Lentovaiheessa tärkeää on tasainen liike tuettoman vaiheen yli ilman että yläkroppa romahtaa oikealle jalalle. Ilmalento ja laskeutuminen pyritään tekemään niin, että oikea jalka laskeutuu suunnilleen keskelle rinkiä. Oikean jalan asettaminen melkein keskelle rinkiä auttaa pyörähdysliikkeen nopeuden siirtämistä suoraviivaiseksi nopeudeksi työntösuuntaa kohti (Coh & Jost, 2005). Tässä vaiheessa on tärkeintä kiihdyttää koko kehoa ja saada aikaan vaakasuoraa nopeutta ja kehon liikemomentumia. (Bartonietz, 1994.)



KUVA 2: Thomas Walshin, Ryan Whitingin ja Ryan Crouserin kahden jalan tukivaiheet.



KUVA 3: Ylhäällä Crouserin ja oikealla alhaalla Walshin ja Whitingin ensimmäinen yhden jalan tukivaihe. Crouserin viimeinen kuva on jo lentovaiheesta. Kaikki hyödyntävät voimakkaasti vaipan jalan liikettä yhden jalan vaiheessa.

Oikeakätisellä heittäjällä pyörimisvaiheessa tulee vasemman jalan tulla mahdollisimman nopeasti maahan. Yrjölän (2000) mukaan pyörimisvaiheessa yhden jalan pystysuuntaiset voimat vaikuttavat positiivisesti kuulun lähtönopeuteen ja näin työntötulokseen. Työntäjän tulee pyöriä päkiällä, koska kantapää maassa on erittäin vaikea pyöriä. Oikea jalka tulee tulla tuettoman vaiheen jälkeen alas osoittaen kello kahden suuntaan (Yrjölä, 2000). Pyörivän jalan on hyvä olla koukussa ennen työntövaiheeseen tuloa. Yläkropalla voidaan sulkea hyvin erilaisilla tavoilla tässä vaiheessa. Kuvassa 15 esitetty erilaisia ylävartalon sulkemistapoja.



KUVA 15: Vasemmassa kuvassa Walsh käyttää erittäin voimakkaasti ylävartaloaan ja pyrkii luomaan näin suurempia kiristyksiä ylävartalon ja alavartalon välille. Whiting ja Crouser (oikealla) pysyvät pystymmässä. Kaikki pysyvät korkealla päkiällä oikean jalan ollessa koukussa.

Työntövaiheen tärkein tavoite on tuottaa mahdollisimman paljon voimaa vartalon työskentelyllä kuulaan ja näin saada maksimaalinen nopeus kuulaan. Kuvassa 16 ja 17a on esitetty työntövaihe. Kun oikea jalka tulee maahan, niin silloin alkaa voimakas nostovaihe. Noston tulee suuntautua suoraan ylöspäin. Työntäjän ollessa irti maasta ei voida olla etenevässä liikkeessä, sillä ilmassa ei ole mahdollista pysäyttää tätä liikettä ja työntäjä päätyy helposti ulos ringistä. Tämän takia on tärkeä suunnata nosto suoraan ylöspäin. Vapaalla kädellä luodaan voimakas venytysrefleksi yläkropan alueelle. Pyörähdystyylissä kuulaan kohdistetaan vä-

hemmän ajan ja lyhyemmän matkan ajan voimaan verrattuna perinteiseen työntötyyliin. Coh & Jost (2005) mittasivat 1,65 metriä pyörähdystyylin matkaksi, minkä aikana työntäjä tuotti voimaa kuulaan. Ei ole suositeltavaa käyttää kuulan lähtökulmana 40 astetta pienempiä kulmia, vaikka niitä maailmalla käytetään. Työntötulos heikkenee nopeasti pienemmillä kulmilla. Matala työntökulma johtaa edulliseen työntöasentoon, sillä työntäjä voivat käyttää suurempaa lihasvoimaa työnnössä. Toisaalta suurempi kulma luo vakaamman ponnistusalustan, koska voima kulkee jalkojen kautta maahan. Työntäjän pitää itse kokeilla, mikä työntöasento sopii hänelle parhaiten ja mahdollistaa suurimman työntövoiman. Työntövoima ja kulmariippuvuus on hyvin yksilöllistä. (Yrjölä, 2000, 77-78.)

Molempien jalkojen ollessa maassa tulee pyörimisnopeutta lisätä keskivartalon voimakkaalla kierrolla ja vapaan käden liikkeellä. Teoreettisesti mitä myöhäisempi vapaan käden vauhdinotto on, sitä edullisempaa se on työntöä ajatellen. Mahdollisimman nopea vapaan käden liike lisää myös työntävän olkapään liikettä, koska olkapäät ovat yhteydessä toisiinsa.



KUVA 16: Crouserin erittäin räjähtävä työntö- ja saattovaihe

THOMAS WALSH (NZL)



Left foot landing

Delivery

Recovery



RYAN WHITING (USA)

KUVA4: a) Ylhäällä Walshin ja Whitingin työntövaihe. B) Alhaalla kuvattuna pyörähtämistekniikka kokonaisuutena.



3.3.1 Pyörähdystyylin kinemaattiset muuttujat ja tekniikan optimointia

Kuulan lähtönopeus on kaikkein tärkein tekijä lopputuloksen kannalta. Toinen kahden jalan tukivaihe tuottaa suurimman osan tästä nopeudesta, jopa 77 %. Kuulan nopeus on alimmillaan lentovaiheessa ja se tulee pitää kaikkein lyhyimpänä vaiheena. Kuinka kauan heittäjä vaikuttaa kuulaan viimeisessä vaiheessa, riippuu kuulan alhaisimmasta pisteestä, oikean jalan polvikulmasta ja kuulan irtoamiskorkeudesta. Kuulan lähtönopeuteen vaikuttaa myös työntökäden kyynärpäähän ja olkapäähän nopeus. Mitä suurempi kierto saadaan aikaan hartia- ja lantiolinjan väliin sitä suurempi on elastisen energian syntyminen, mikä aiheuttaa suuremman nopeuden heittokädelle. (Coh & Jost, 2005.) Taulukossa 3 on esitetty pyörähdystyylin kinemaattiset muuttujat.

Pyörimisnopeus on tärkeä tekijä pyörähdystyyliässä, sillä pyritään lisäämään kuulan lopullista lähtönopeutta. Välillisesti pyörähdysnopeutta voidaan käyttää vaakasuoran nopeuden kasvatamiseksi, mikä vaikuttaa kuulan lähtönopeuteen. Pyörimisnopeus on vartalon kallistumisen ja vapaan jalan heilautusliikkeen tulos. Kummankin jalan ollessa maassa, voidaan pyörimisnopeutta lisätä keskivartalon lihaksilla. Toisaalta tämän ajatteluketjun jalostaminen on johtanut siihen, että pyörähtäjien pyörimisnopeudet ovat kasvaneet liian suuriksi ja tämä vaikuttaa negatiivisesti lopullisen käsityönnön suoritukseen. Käsityönnön suoritus aika saattaa olla liian lyhyt optimaalisen voiman tuottamiseksi. Käsityönnön pituudeksi on mitattu pyörimisnopeuden ollessa korkea (0,07 - 0,08 s). Tällöin käsityönnöstä ei mahdollisesti saada hyötyä lopulliseen tulokseen. Onkin tärkeä etsiä jokaiselle kuulantyöntäjälle käsityönnön optimaalista kestoa vastaava pyörimisnopeus. Näin ollen saadaan mahdollisimman suuri vaakasuoran nopeuden lisäys nopeasta pyörimisnopeudesta ja mahdollisimman voimakas käsityöntö, milloin tuloksena on optimaalisin tulos. Pyörimisnopeus tulee säätää sellaiseksi, että käsityönnön aikana työntäjä etenee vähemmän kuin 1/4 kierrosta. Toisaalta, jos voimaa pystytään tuottamaan nopeammin, pyörimisnopeuskin voi olla suurempi. (Yrjölä, 2000, 77,82).

TAULUKKO 3: Pyörähdystyylin kinemaattiset muuttujat. (Mukaeltu Coh & Jost, 2005).

Muuttuja	Tulos
Työnnön pituus	19,58 m
Kuulan irtoamisnopeus	12,94 m/s
Kuulan vaakanopeus	10,47 m/s
Kuulan pystynopeus	7,61 m/s
Ensimmäisen kahden jalan tukivaiheen nopeus	2,28 m/s
Ensimmäisen yhden jalan tukivaiheen nopeus	1,67 m/s
Lentovaiheen nopeus	0,80 m/s
Toisen yhden jalan tukivaiheen nopeus	1,45 m/s
Toisen kahden jalan tukivaiheen nopeus	7,02 m/s
Työnnön loppunoston nopeus	12,71 m/s
Lähtökulma	35,9 astetta
Irtoamiskorkeus	2,28 m
Kuulan etäisyys ringistä irtoamishetkellä	0,21 m
Kuulaan kohdistetun voiman matka	1,65 m
Heittokäden kyynärpään keskimääräinen kulmanopeus	875 astetta/s
Heittokäden kyynärpään maksiminopeus	1378 astetta/s
Heittokäden olkapään keskimääräinen nopeus	452 astetta/s
Heittokäden olkapään maksiminopeus	652 astetta/s

4 KUULANTYÖNNÖN FYYSINEN LAJIANALYYSI

Kuulantyönnön tarkoituksena on tuottaa maksimaalinen määrä nopeutta välineeseen. Kuulantyöntö on erittäin suuren maksimivoiman muuntamista räjähtäväksi voimaksi. ME-työntö 23,12 m on kuulaan tuotettuna voimana noin hevosvoiman luokkaa. Yksi hevosvoima vastaa suunnilleen 735,5 wattia. Kokonaisteho on luontaisesti tätä paljon suurempi, jopa kahdeksankertainen. Aikaa on kuitenkin vain noin sekunti tuottaa tämä voima, joten urheilija ei ehdi tuottamaan maksimivoimaansa näin lyhyessä ajassa. Vahvuuden ja suuren koon lisäksi kuulantyöntäjän tulee olla räjähtävä sekä pystyttävä vaativiin liikesarjoihin. (Yrjölä, 2000, 18.)

Huipputason kuulantyöntäjä viettää harjoituksistaan karkeasti 50 % voimaharjoittelun parissa (Zatsiorsky & Kramer, 2006, 31). Lyhyestä voimantuottoajasta johtuen kuulantyöntäjän tulee pystyä tuottamaan mahdollisimman paljon voimaa mahdollisimman lyhyessä ajassa. Suuresta maksimivoimatasosta ei ole hyötyä, jos se saadaan käyttöön vasta suorituksen jälkeen. Kuulantyönnössä voimantuottoaika on 0,2 - 0,25 sekuntia (Yrjölä, 2000, 18), kun taas tahdonalaisen lihassupistuksen maksimaalisen voimatason saavuttaminen vie jopa 0,5 - 2,5 sekuntia riippuen lihaksesta, liikkeestä, harjoitustaustasta ja geeneistä (Mero, Ahtiainen & Häkkinen, 2007, 285).

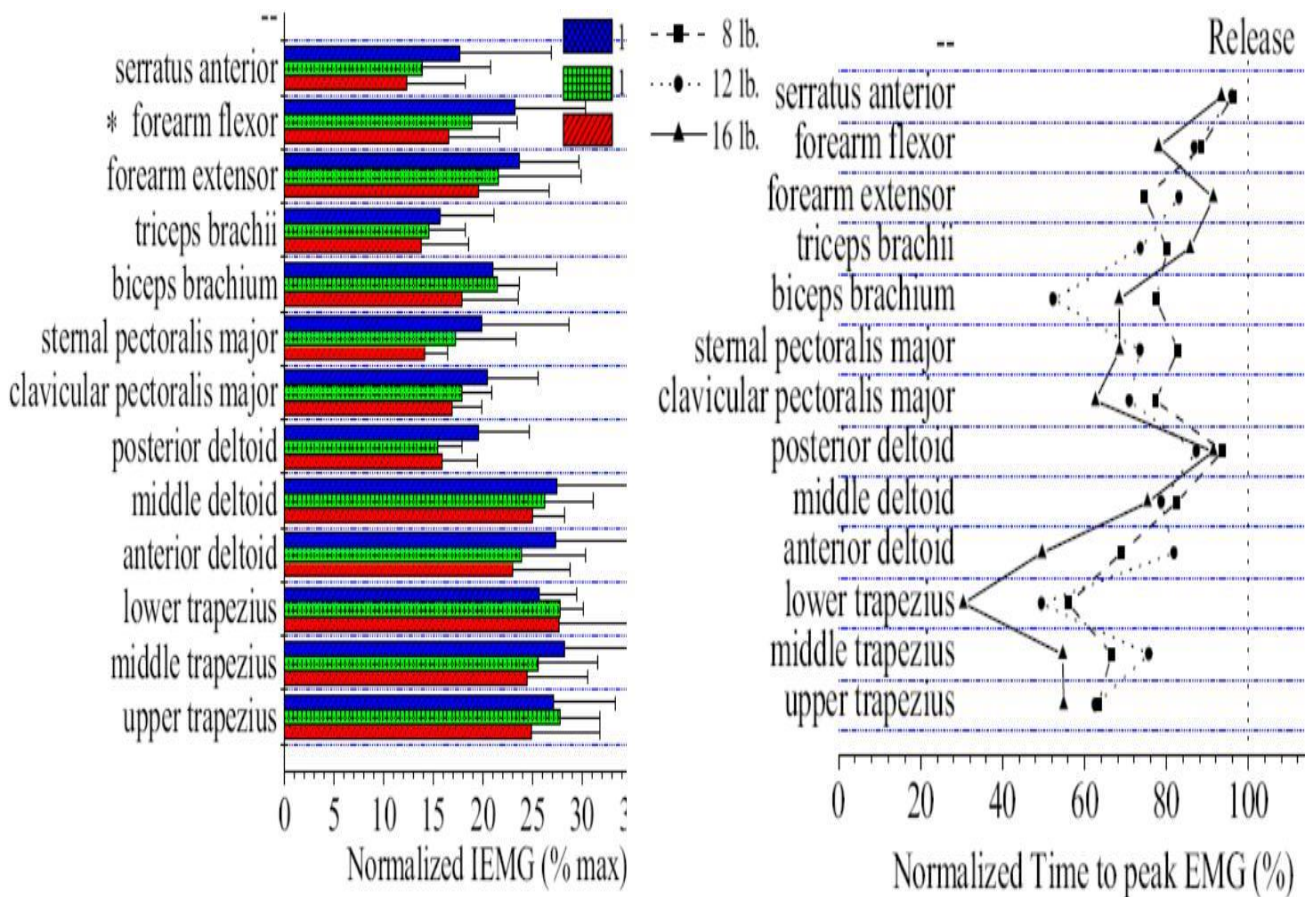
Räjähtävä voima on kykyä käyttää maksimaalista voimaa mahdollisimman lyhyessä ajassa. Parhailta kuulantyöntäjillä 21 metrin työnnöissä on mitattu heittokäden käsityönnön voimaksi 50 - 60 kg. Näiden työntäjien maksimaalinen käsien ojennus, eli penkkipunnerrus tulos, vaihtelee tyypillisesti 220 - 240 kilon välillä eli 110 - 120 kg kättä kohden. Itse lajisuorituksessa on tällöin onnistuttu tuottamaan noin 50 % maksimaalisesta käytössä olevasta voimasta. Heittolajeissa voi parantaa voimantuottoa kahdella tapaa: lisätä maksimaalista voimaa tai lisätä voimantuottonopeutta. Heittäjän uran alussa lapsuudessa ja nuoruudessa voi olla viisasta kehittää maksimaalista voimaa ja yleisesti lihaksistoa unohtamatta nopeuden herkkyysvaiheita. Tämä antaa laajan pohjan voimantuottonopeusharjoittelulle. Toisinpäin tehtynä pelkkää nopeutta kehittämällä maksimaalista voimaa ei saada enää uralla riittävästi käyttöön. Tehokkainta on näiden kummankin yhdistäminen optimaalisesti ja yksilöllisesti. (Zatsiorsky & Kramer 2006, 27 - 31).

Maksimivoimavaatimukset ovat kuulantyöntäjällä heittolajeista korkeimmat. Lajin vahvan konsentrisen voimantuoton takia penkkipunnerrusnormit ovat kuulantyöntäjälle myös kor-

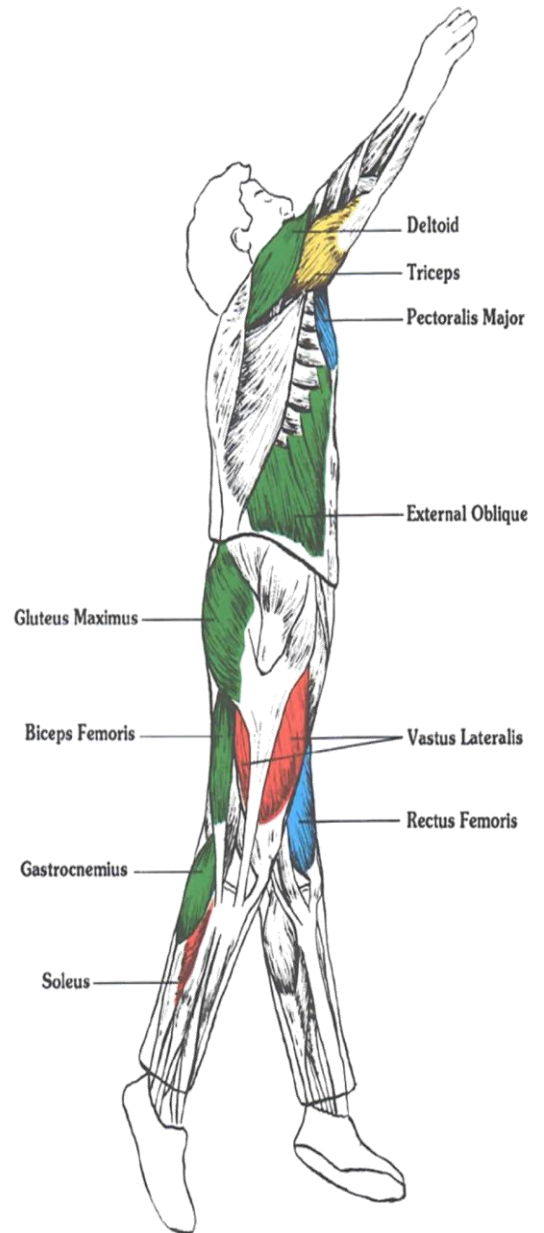
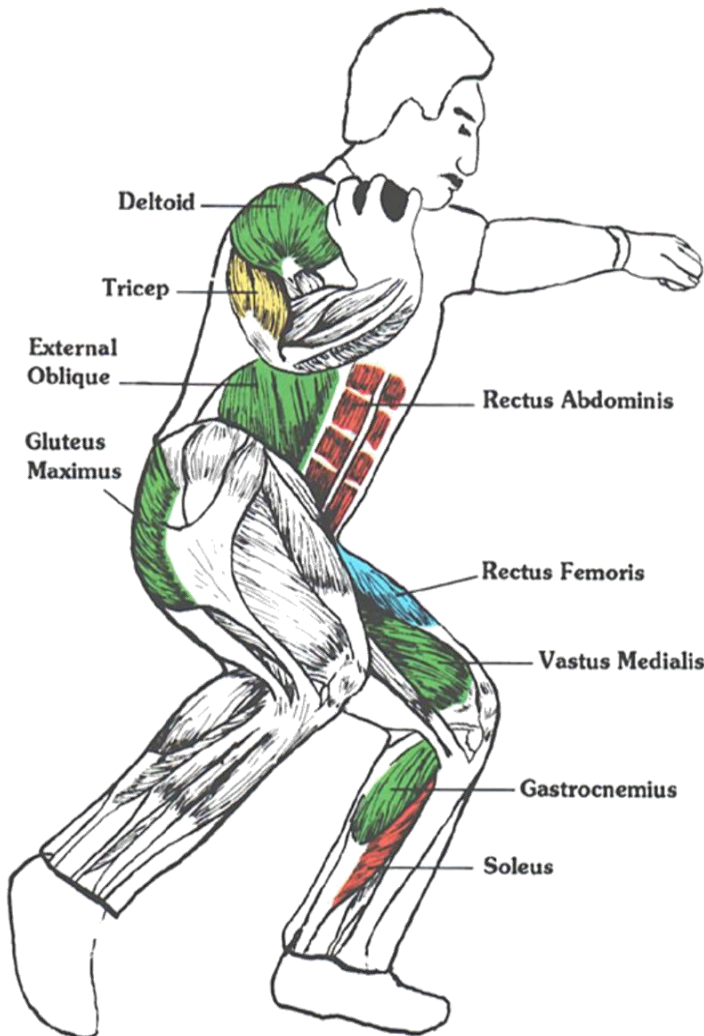
keimmalla kaikista heittäjistä (Yrjölä, 2000, 18 - 22). Terzis et al. (2007) löysivät voimakkaan yhteyden maksimikyykyn ja kuulantyyntönnön välillä ($r=0.76$, $P<0.05$) ja maksimipenkkipunne-ruksen ja kuulantyyntösuorituksen välillä ($r=0.75$, $P<0.05$) kokeneilla kuulantyyntäjillä. Toisaalta saman yliopiston toinen tutkimusryhmä totesi kuulantyyntötuloksen olevan merkitsevästi yhteydessä esikevennetyn hypyn lähtönopeuden kanssa ($r=0.70$, $P<0.05$), he eivät löytäneet merkitsevää yhteyttä maksimikyykyn ja kuulantyyntötuloksen välillä kilpailukaudella kokeneilla tyyntäjillä (Kyriazis et al., 2009). Kokeneilla tyyntäjillä lihaksiston tehontuotto näyttäisi olevan tärkeämpi tekijä kuin maksimivoima. Erityisesti kokeneilla pyörähtäjillä maksimivoiman ja tyyntötuloksen välinen ero on pienempi kuin pakittajilla (Kyriazis et al., 2009). Tutkijat ehdottavatkin, että pyörähtäjät voisivat keskittyä enemmän liikkeen nopeuden ja räjähtävän nopeuden kehittämiseen kuin lihasmassan ja absoluuttisen voiman kehittämiseen kun tietty (vielä tuntematon) maksimivoimataso on saavutettu.

Terzis et al. (2012) löysivät yhden urheilijan yhdeksän vuoden seurannan aikana kyykyn ja urheilijan tyyntötuloksen välisen korrelaation olevan korkea ($r=0.93$, $p<0.01$), penkkipunne-ruksessa oli myös positiivinen yhteys ($r=0.87$, $p<0.01$), sekä tempauksessa ($r=0.92$, $p<0.01$). Urheilija työnsi pyörähtämällä ja hänen ennätyksensä oli 20,36 m. Hän ei ollut käyttänyt kiellettyjä aineita.

Kuvissa 18 ja 19 on esitetty kuulantyyntönnön lihasaktiivisuuksia. Saavuttaakseen korkean lähtönopeuden tyyntäjän tulee päästä hyvään ja tasapainoiseen tyyntöasentoon. Jalkojen oikea-aikainen ja nopea työskentely mahdollistaa tämän. Vartalo on liikkeessä käsityöntönnön alkaessa ja tämä tarkoittaa voimantuotollisesti lievää eksentristä vaihetta ennen tyyntöä. Vartalon lihakset aktivoituvat yleisesti ottaen vartalon keskustan lihaksista kohti tyyntökäden ääriosan lihaksia. Selvästi aktiivisimpia lihaksia tyyntönnön aikana ovat epäkäslihak (trapezius) ja kolmi-päisen olkalihaksen keskiosa (middle deltoid). (Haverinen, 2007.)



KUVA 5: Vasemmalla ovat vauhdittoman kuulantyönön 13 lihaksen aktiivisuudet verrattuna työnönaikaisesta maksimista %. Oikealla ovat lihasten aktivaatiojärjestys samassa työnössä ja aika lihasten maksimiaktivaatioon suhteutettuna työnön kestoon. (Haverinen, 2007.) Neliöllä on kuvattu 3.6kg kuulan työntöä, ympyrällä 5,4kg ja kolmiolla 7,26kg painoisen kuulan työntöä. Release= kuulan kädestä irtoamiskohta.



KUVA 6: Vasemmalla ovat pyörähtämistekniikan ensimmäisen yhden jalan tukivaiheen aikaiset suurimmat lihasaktiivisuudet. Oikealla ovat työntövaiheen tärkeimmät lihakset kuvattuna. (Mukaiitu Pyka, 1991).

4.1 Fyysiset suorituskykyvaatimukset ja ominaisuusnormistot

Kuulantyöntö vaatii laajana suuren voiman ja tehon tuottoa (Terzis et al., 2003; Zatsiorsky et al., 1981). Kyriazis et al. (2009) mittasivat yhdeksää kuulantyöntäjää ennen 12 viikon harjoittelujaksoa ja sen jälkeen.. Työntäjät käyttivät pyörähdystekniikkaa. He löysivät, että kuulantyöntötulos parani 4,7 % ($p < 0.005$) ja yhden toiston maksimikyykytulos parani 6,5 %. Kyykytulos ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä kuulantyöntötulokseen. EMG -aktiivisuus työnnön saattovaiheessa lisääntyi merkitsevästi ($p < 0.025$) harjoitusjakson jälkeen. Kuulantyöntö tulos oli merkitsevästi yhteydessä esikevennettyyn hyppytulokseen, mutta ei maksimaaliseen vertikaaliseen voimaan. Tutkijat päättelivät, että alaraajojen lihasten teho on parempi kuulantyöntötuloksen ennustaja kuin absoluuttinen voima kokeneilla työntäjillä. Morrow et al. (1982) mittasivat kuulantyöntäjiä, jotka osallistuivat USA:n olympialeirille. He löysivät yhteyden ($r=.72$) jalkojen voiman ja kuulantyöntösuorituksen välillä näillä huippu-urheilijoilla.

Kuulantyöntäjän tulee olla erittäin vahva. Rautakuulan työntäminen pitkälle ei tapahdu ilman voimaa. Kuulantyöntäjän tulee hankkia sopiva voimataso nuorena, jonka jälkeen ylläpitää voimaa ja keskittyä nopeuteen sekä koordinaatioon. Kuulantyöntösuorituksessa voi nähdä nuorella työntäjällä ison kehityksen tuloksessa, jos kyyky kehittyy 40 kg, esimerkiksi 120 kilosta 160 kiloon. Aikuistyöntäjällä 40 kilon kehitys 300 kilosta 340 kiloon ei ole järkevää. Aika ja panostus, minkä joutuu käyttämään jalkakyykyyn kehitykseen huipputasolla, ei ole järkevää. Myös loukkaantumisriski on erittäin suuri liikuttaessa noin isoissa painoissa ja määrissä. Heittäjän tulee siis hankkia itselle sopiva voimataso, minkä jälkeen ylläpitää voimia. Auvinen (2011) on määrittänyt entisten lajivalmentajien kanssa suuntaa antavat ominaisuusnormistot kuulantyöntäjille ja ne löytyvät taulukosta 4. Räntilä (2015) on tehnyt vastaavat normistot mitatuilla tuloksilla (taulukot 5 ja 6). Normistoista voi katsoa suuntaa-antavia vinkkejä urheilijan harjoittelun ohjelmointiin.

4.2 Antropometria ja varusteet

Kuulantyöntäjä on yleensä suhteellisen pitkä ja painava. Kehonpainolla on miehillä lievä yhteys suoritustulokseen ($r=0,58$, $p=0,013$) ja naisilla myös ($r=0,58$, $p=0,014$) (Räntilä, 2015). Nykyaikaisen pyörähdystyyliä käyttävän kuulantyöntäjän BMI vaihtelee 31,6 ja 44,5 välillä (Coh & Stuhec, 2005). Korkea BMI johtuu suuresta määrästä lihassmassaa. Painosta osa on

myös rasvaa ja jotkut työntäjät kokevat painon tuovan tiettyä tasapainoa työntöön. Myös voimanhankinta saattaa olla helpompaa reippaasti plussakaloreilla, milloin painokin nousee helposti. Absoluuttisen voiman lajina kuulantyönnössä ei ole haittaa liiallisesta painosta, sillä kehoa ei tarvitse liikutella kuin muutama metri. Pituudella ei ole merkittävää yhteyttä miehillä eikä naisilla kuulatuloksessa (Räntilä, 2015). Tämä johtuu luultavasti Räntilän tutkimusasetelmasta, missä pyörähtäjät ja pakittajat olivat samassa ryhmässä. Pyörähtäjillä ei ole luultavasti pituudesta suurta etua, toisin kuin pakittajilla.

Landolsi et al. (2013) löysivät suuren korrelaation kuulantyöntösuorituksen ja maksimaalisen voiman välillä sekä erilaisten antropometristen muuttujien välillä. Kehon koostumuksella on suuri vaikutus kuulantyöntäjillä kehittäessä voimaa ja lisätessä rasvatonta massaa. Kuulantyöntäjän antropometria ja erityisesti työntökäden pituus vaikuttaa eniten kuulan irrotuskorkeuteen (Alexander et al., 1996). Pietraszewskan (2004) mukaan kuulantyöntäjät ovat painavimpia urheilijoita.

Huippukuulantyöntäjille voimannostotyylisistä rannesiteistä saattaa olla hyötyä. Judge et al. (2015) löysivät tutkimuksessaan 18 huippumieskuulantyöntäjillä yhteyden pidemmän työnön ja voimannostotyylisen paksujen rannetukien välille. He uskovat rannesiteiden tuovan pienen edun (1 - 2 %) muihin työntäjiin nähden. Luultavasti tämä johtuu lisääntyneestä passiivisesta jäykkyydestä ranteen ympärillä olevissa lihaksissa, mikä parantaa työnön viimeisen liikkeen, eli ranteen ojennuksen tehokkuutta. Työntäjät käyttävät myös hyvin usein magnesiumia saadakseen pitävemmän otteen kuulasta. Magnesium on sallittua kilpailuissa. Kuulantyöntökenkiä valmistetaan sekä pyörähdystyyliin että pakitustyyliin. Erona on hieman karheampi pinta ja jämäämpi kantapään osuus pakituskengissä. Kengät ovat yleisesti sileäpohjaisia ja kenkätyylillä ei oleteta olevan suurta vaikutusta kuulantyöntötulokseen.

TAULUKKO 4 : Suomen Urheiluliiton kuulantyyntönnön ominaisuusnormisto. (Auvinen 2011, 68 - 69).

Kuula	Miehet									
Tulos m:	5,44 kg	1600	1700	1800	1900					
	6,25	1450	1550	1650	1750					
	7,26		1400	1500	1600	1800	1900	2000	2100	2200
	massa kg:	95	100	105	110	115	120			
	RTE	90	95	100	105	110	120	130	140	150
	RRV	120	125	130	140	150	160	170	180	200
	JKT	160	170	180	195	210	230	250	275	300
	PP	120	125	135	160	170	180	190	200	220
	TT	100	110	120	130	150	170	190	210	220
cm	5-VL	1460	1500	1540	1580	1620	1650			
	3-TI	880	910	940	980	1000	1025	1050		
	1-TI	280	285	295	300	305	310	315,00	320	350
	Kuula p.y.t	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300
	Kuula a.e	1350	1450	1550	1650	1700	1800	1900	2000	2100
Kuula	Naiset:									
Tulos m:	4,0kg	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	
	massa kg:	65	70	75	80	80	85	90	95	
	RTE	60	67	75	82	90	97	105	112	
	RRV	80	87	95	102	110	117	125	132	
	JKT	130	140	150	160	170	180	190	200	
	PP	70	80	85	92	100	107	115	122	
	TT	70	80	85	92	100	107	115	122	
Cm:	5-VL	1310	1340	1370	1400	1420	1440	1460	1480	
	3_tI	790	810	830	850	870	890	910	930	
	1-TL	240	250	260	270	275	280	290	300	
	Kuula p.y.t	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	
	Kuula a.e.	1350	1450	1550	1650	1750	1850	1950	2050	

TAULUKKO 5: Kuulantyönnön miesten ominaisuusnormisto (Räntilä, 2015).

Kuula		Miehet							
Tulos	7,26	14,00	15,00	16,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00
(m)									
	pituus (cm)	192	192	192	192	192	192	192	192
	massa (kg)	109	112	115	119	122	125	127	130
	RTE (kg)	102	107	112,5	123	128	134	140	145
	RRV (kg)	110	121	132	154	165	175	187	198
	JKT (kg)	182	197	212	242	257	272	287	302,5
	PP (kg)	125	140	155	185	200	215	230	245
	20m ”lentävä lähtö” (s)	2,56	2,48	2,40	2,25	2,18	2,10	2,02	1,95
	10-VL (m)	26,60	26,80	27,20	27,90	28,20	28,50	28,80	29,20
	3-TL (m)	8,25	8,50	8,70	9,10	9,30	9,50	9,70	10,00
	1-TI (m)	2,68	2,74	2,82	2,96	3,03	3,10	3,17	3,25
7,26kg	Kuula p.y.t (m)	16,10	16,50	16,90	17,80	18,20	18,60	19,00	19,50
5kg	Kuula a.e (m)	13;50	14,30	15,00	16,40	17,20	17,90	18,60	19,30
	Cooper (m)	2310	2390	2470	2630	2710	2790	2870	2950
	Leuanveto (krt)	7	9	11	15	17	18	20	22
	Vatsalihasliike riipunnasta	4	5	6	9	10	11	13	14

TAULUKKO 6: Kuulantyönnön naisten ominaisuusnormisto (Räntilä, 2015).

Kuula Naiset:									
Tulos	4,0kg	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00
(m)									
Pituus		176	177	179	181	183	185	187	189
(cm)									
massa (kg)		82	87	93	98	104	109	114	120
RRV (kg)		64	68	72	76	80	84	88	92
JKT (kg)		112	122	132	142	152	162	172	182
PP (kg)		62	67	72	77	82,5	88	93	98
20m "len- tävälähtö"		2,65	2,63	2,62	2,60	2,58	2,57	2,55	2,54
(s)									
10-VL (m)		24,50	24,70	24,90	25,00	25,20	25,30	25,50	25,60
5-TL (m)		9,20	9,50	9,70	9,90	10,20	10,50	10,80	11,00
4kg	Kuula p.y.t	15,50	16,10	16,70	17,20	17,90	18,40	19,00	19,60
(m)									
4kg	Kuula a.e.	14,20	14,90	15,60	16,20	16,90	17,50	18,20	18,90
(m)									
Cooper		2360	2350	2340	2340	2330	2330	2320	2320
(m)									
Leuat (krt)		5	6	6	7	8	9	9	10
Vatsalihas- liike rii- punnasta		6	8	9	10	11	12	13	14

5 LAJIN TILA SUOMESSA JA TULEVAISUUS

Yleisurheilun harrastajat näkyvät taulukossa 7. Nuorena yleisurheilua harrastaneista näyttäisi kasvavan urheilijoita ja harrastajia lajin pariin karkeasti noin viidesosa. Näistä vain pieni osa on valinnut heittolajit ja tarkemmin kuulantyyntöä omaksi lajikseen. Tarkkoja tietoja kuulantyyntäjien määrästä ei ole olemassa. Arvioita voidaan silti esittää. Vuonna 2016 Suomessa 293 miestä kävi työntämässä virallisissa kisoissa miesten kuulaa, vaihteluvälin ollessa 5,24 metristä 20,30 metriin. Naisissa 347 työntäjää kävi virallisissa kisoissa, vaihteluvälin ollessa 3,99 metristä 15,35 metriin. (Tilastopaja, 2016.)

TAULUKKO 7: Yleisurheilun harrastajamäärät 3-18 -vuotiaiden ja 19-65 -vuotiaiden keskuudessa. (Kansallinen liikuntatutkimus 2009-2010, 2010). Luvut ovat tuhansia.

	1995	1997-98	2001-02	2005-06	2009-10
Yleisurheilu (3-18v)	64,000	68,000	75,000	72,000	54,000
Yleisurheilu (19-65v)	14,000	14,000	10,500	11,000	11,500

Suomen Urheiluliitolla on maajoukkueen kärkir ryhmä Team Finland, EM-ryhmä ja nuorten maajoukkueryhmä. Yhtään kuulantyyntäjää ei kuulu korkeimpaan Team Finland valmennusryhmään, mutta Arttu Kangas kuuluu toiseksi korkeimpaan ryhmään eli EM-ryhmään. Nuorten maajoukkueeseen kuuluu seitsemän kuulantyyntäjää. Nuorten kuulantyyntöissä on erittäin lahjakkaita nuoria kasvamassa. Toisaalta lajivalmentaja mallista luovuttiin ja tällä hetkellä kuulantyyntöä ei vie kukaan eteenpäin. Nuorten olympiavalmentajaksi ei myöskään palkattu kuulantyyntövalmentajaa, joten huoli kuulantyyntöä tulevaisuudesta on olemassa.

Alueellinen nuorten maajoukkue on korvannut alueleirit. Leirityksen muutoksella on pyritty nostamaan alueleirien kiinnostavuutta. Leirityksessä on mukana kuularyhmä. Kuulantyyntö on hyvin yksittäisten henkilöiden ja seurojen varassa. Selviä rakenteita ja polkua aloittelevasta heittäjästä kuulantyyntäjähuijaksi ei ole. Sattuma ohjaa lajivalintaa ja valmennuksen laatua. Onneksi kuitenkin yksittäisiä huippulahjakkaita tapauksia on nytkin kasvamassa nuorissa kohti aikuisikää ja uskon, että meillä on tulevaisuudessa useampia 20 metrin työntäjiä. Heistä kaikki ovat pääasiassa isä-poika -pareja, mikä kertoo sattumasta, mutta ei järjestelmän tulokista. Järjestelmä menee erisuuntaan ja ei suostu tiedostamaan ja tukemaan näitä menestysta-

rinoita, joita isä-poika -parit tällä hetkellä edustavat. Kuulantyyntö on lajina kuitenkin hyvin sopiva suomalaisille. Suomalaiset ovat suhteellisen isoja ja sopivat hyvin kuulantyyntäjän mittoihin. Myös tietotaitoa voimaharjoittelusta ja lajista löytyy paljon Suomesta. Olemassa on myös hyvin paljon jo rakennettuja olosuhteita, mitkä ovat suureksi eduksi. Voisimme menestyä tässäkin lajissa hyvin, jos loisimme selkeät rakenteet ja tavoitteet suomalaiselle kuulantyyntönnölle. Nyt nuorissakin menestyneet tyyntäjät ovat yksittäisten valmentaja-urheilija -parien tuloksia, ei järjestelmän ansiosta kehittyneitä.

Suomen Urheiluliiton urheilijanpolku alkaa seitsemänvuotiaasta ja etenee aikuisurheiluvaiheeseen (ns. yleinen sarja) saakka. Myöhäisen vaiheen erikoistumisesta puhutaan, mutta sille ei ole olemassa rakenteita ja jää yksittäisten seurojen/valmentajien varaan luoda urheilijoilla polut. Myöhäisen erikoistumisen kautta voisi saada paljon kuulantyyntäjiä lajin pariin, koska lajina kuulantyyntö on myöhäisen erikoistumisen laji verrattuna esim. uintiin ja telinevoimisteluun. Yleensä heti murrosiän jälkeen (15-17 -vuotiaana) on hyvä tehdä päälajin valinta. Toki rinnalla voi olla edelleen pikajuoksua ja hyppylajeja nopeuden ja nopeusvoiman maksimoimiseksi.

6 VALMENNUKSEN OHJELMOINTI

Valmennusta ohjelmoidessa kannattaa ensimmäisenä lähteä liikkeelle lajianalyysistä. Lajin ja työntötyylin vaatimat erityispiirteet tulee huomioida tarkasti, mutta vielä tärkeämpää on etsiä urheilijalle toimivia ohjelmointimalleja ja harjoitteita. Urheilija-analyysissä tulisi tulla ilmi yksilölliset erityispiirteet ja muut urheilijan elämään vaikuttavat tekijät. (Yrjölä, 2000, 131.) Kuulantyyöntäjä voi jakaa ohjelmointinsa päivä-, viikko-, kuukausi ja vuositasolle sekä 4-vuotiselle olympiadille. Kuulantyyöntössä käytetään sekä yksinkertaista että kaksinkertaista kausijaottelua. Kuulantyyöntöön soveltuu erinomaisesti hallikilpailut ja ne ovatkin hyvä tapa testata onko harjoittelu purrut oikealla tavalla. Taulukosta 8 voi nähdä kuulantyyöntäjän harjoitusvuoden jakautumisen, jos käytetään kaksinkertaista kausijaottelua. Ohjelmoinnin yksi tärkeimpiä tekijöitä on nousujohteisuus. Esimerkiksi harjoitusmäärien tasainen nostaminen niin voimaharjoittelussa kuin työntöjen määrässä tulee tehdä tasaisesti monen vuoden aikana. Kuulantyyöntö on teholaji ja siksi voimaharjoittelussa ja työntöharjoituksissa nopeusvoimaperiaate on keskeinen, vaikka toki submaksimaalista tekemistä tarvitaan myös. Jälkimmäinen tarkoittaa, että kuulantyyöntäjän harjoittelussa myös määrä kasvaa nuoruudesta kohti aikuisuutta melko suuriksi.

TAULUKKO 8: Kuulantyyöntäjän klassinen ja paljon käytetty harjoitusvuoden jaottelu. Vaikka painopisteet ovat jaoteltu, tulee voimaharjoittelu ja työntäminen pitää mukana kaikilla harjoittelukausilla. Mukailtu (Yrjölä, 2000, 131).

Kausi	Päivämäärä	Kesto
Peruskuntokausi	01.10. - 15.11.	6 viikkoa
Voimakausi	16.11. - 31.12.	6 viikkoa
Lajiharjoittelukausi	01.01. - 22.01.	3 viikkoa
Sisäkilpailukausi	23.1. - 28.02.	5 viikkoa
Peruskuntokausi	01.03. - 21.3.	3 viikkoa
Voimaharjoittelukausi	22.03. - 30.04.	6 viikkoa
Lajiharjoittelukausi	01.05 - 30.05.	4 viikkoa
Ulkokilpailukausi	01.06. - 31.08.	Kesäkausi
- 1 kilpailukausi	01.06 - 25.06.	3 viikkoa
- harjoitusjakso	26.06. - 30.07.	5 viikkoa
- 2 kilpailukausi	01.08. - 30.08.	4 viikkoa
Siirtymäkausi	01.09. - 30.09.	4 viikkoa

6.1 Kuulantyöntäjäksi kasvaminen ja kuulantyöntäjän ominaispiirteet

Kuulantyöntäjätyyppi on yleisesti räjähtävä ja isokokoinen. Kuitenkin kaikki ominaisuudet kuulantyöntäjälle voidaan rakentaa pitkäjänteisellä työllä, kunhan jonkinlainen nopeuspohja on olemassa. Myös kuulantyöntäjän psyykkiset ominaisuudet voidaan rakentaa järkevällä suunnitelmalla. Tahdonvoima, työmoraali ja keskittymiskyky ovat kaikki taitoja, joita voidaan kehittää.

Nuoren kuulantyöntäjän olisi hyvä harjoitella monipuolisesti eri lajeja. Toivottavaa olisi, että kuulantyöntäjä oppisi nuorena juoksemaan ja hyppäämään, jotta aikuisiällä näitä taitoja voitaisiin käyttää ominaisuusharjoittelussa. Costill et al. (1975) löysivät heittolajien osallistujilta alhaisen lihasten entsyymiaktiivisuuden ja vaihtelevia lihassolujakaumia, mikä tukee väitettä siitä, että ei tarvitse saada geenilottovoittoa syntyessään ollakseen huippukuulantyöntäjä. Toisaalta he löysivät myös erittäin suuria nopeita lihassoluja kuulantyöntäjiltä. Koska nopeat lihassolut reagoivat paremmin hypertrofiseen harjoitteluun, suuresta osuudesta nopeita lihassoluja on varmasti hyötyä. Toisaalta tutkijat totesivat myös, että tutkimukseen osallistuneista kuulantyöntäjistä osa on saattanut käyttää kiellettyjä aineita.

Coylen et al. (1978) tutkimus tukee väitettä siitä, että huippukuulantyöntäjillä (tulokset 19,14 m - 20,33 m) on vaihtelevia lihassolujakaumia kaksoiskantalihaksessa. Keskiarvoltaan huippukuulantyöntäjillä oli kuitenkin enemmän nopeita lihassoluja, mutta verrattuna harjoittelemattomiin miehiin nopeiden lihassolujen keskiarvojakauma ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Tutkimuksen yksi johtopäätös oli, että kaksoiskantalihaksen lihassolujakauma ei ole yksin huippukuulantyöntäjän menestyksen määrittävä tekijä. Tämä on perusteltua sillä, että esimerkiksi jalan eri lihasten solujakaumat ovat hyvin erilaisia samalla yksilöllä. Luonnollisesti nopeasta lihassolujakaumasta on hyötyä kuulantyöntäjälle, mutta se ei ole ehdoton edellytys menestykselle. Hitaammastakin urheilijasta voi saada rakennettua huippukuulantyöntäjän. Kuitenkin urheilijatyypin huomioiminen on erittäin tärkeää harjoittelusuunnitelmaa rakentaessa ja yksilöllinen harjoitussuunnitelma mahdollistaa monenlaisen työntäjätyypin kehittymisen huipulle.

Taulukosta 8 ja 9 voi katsoa olympiavoittaja Arsi Harjun tulos- ja ominaisuuskehityksen 13-vuotiaasta 26-vuotiaaksi saakka. Huomioitavaa on mielestäni Arsin tasainen ja pitkäaikainen

kehitys niin kuulassa kuin ominaisuuksissakin. Tulokset ovat kehittyneet tasaisesti vuosi vuodelta ja valtavia loikkauksia ei ole tapahtunut. Kuulantyöntäjän onkin keskityttävä pitkäaikaiseen ja johdonmukaiseen kehittymiseen.

TAULUKKO 9: Arsi Harjun tulos- ja ominaisuuskehitys 13 -vuotiaasta 26 -vuotiaaksi. Oman sarjan kuulalla ikävuodet 13-16. Sen jälkeen miesten kuula (Yrjölä, 2000, 100.)

Arsi Harju	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Ikä (v)	13	14	15	16	17	18	19
Kuulatulos (m)	10,59	13,65	14,76	18,89	16,40	17,60	18,40
20m lentävä (s)	2,65	2,46	2,27	2,14	2,24	2,22	2,21
Cooper (m)	2400	2705	2670	2780	2650	2570	2800
Vauhditon pituus (cm)	245	273	285	287	302	305	307
3-tasaloikka (cm)	680	825	880	943	965	955	975
PYT 7,2kg (m)	13,20	15,50	16,65	16,05	18,53	17,85	18,05
PYE 4kg (m)						18,00	19,10
Penkki (kg)	60	110	147,5	153	162	165	170
RV(kg)	50	75	100	125	135	150	150
Työntö niskan takaa (kg)		87,5	95	115	140	150	160
Tempaus (kg)		50	70	92,5	100	105	110
Takakyökky (kg)	110	160	190	205	220	235	240

TAULUKKO 10: Jatkuu Arsi Harjun tulos- ja ominaisuuskehitys 20 -vuotiaasta 26 -vuotiaaksi (Yrjölä, 2000, 100).

Vuosi	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Ikä (v)	20	21	22	23	24	25	26
Kuulatulos (m)	18,74	19,58	19,84	20,66	21,04	20,60	21,39
20m lentävä (s)	2,17	2,20					
Cooper (m)							
Vauhditon pituus (cm)	302	305	302	312	318	300	305
3-tasaloikka (cm)	945	960	935	940	945	910	935
PYT 7,2kg (m)	18,20	18,20	17,70	18,00	18,90	18,50	18,70
PYE 4kg (m)	19,60						
Penkki (kg)	180	195	225	230	227,5	250	245
RV (kg)	150						
Työntö niskan takaa (kg)	3x170	200					
Tempaus (kg)	115	125					
Takakyykky (kg)	250	270	300			280	280
Etukyykky (kg)			240	245	240	230	240

6.2 Kuulantyöntäjän voimaharjoittelu

Valmentajan tulee asettaa ja ohjata tavoitteet pitkällä aikavälillä. Suuria voimaominaisuuksia ei saavuteta nopeasti tai älyttömällä lyhyen aikavälin volyyymi lisäyksillä. Lisäksi erittäin suuret volyymin äkkinäiset lisäykset altistavat urheilijan turhalle loukkaantumisriskille. Volyyymi saadaan kertomalla toistot sarjalla ja painolla, esimerkiksi 10 sarjaa 10 toistoa 100 kilolla tekee yhteensä 10 000 kiloa, eli 10 tonnia. Yleensä volyyymiin lasketaan vain sarjat, jotka tehdään yli 80 % intensiteetillä lasketusta ykkösmaksimista. Kuulantyöntäjän tulee ohjeellisesti nostaa minimissään 900 tonnia vuodessa ja maksimissaan 1450 tonnia rautaa vuodessa. Valmistavalla kaudella ohjeellisesti tonnit vaihtelevat 24 - 40 välissä yhdellä harjoitusviikolla ja kilpailukaudella 8 - 12 tonnin välillä. (Bompa & Haff, 2009, 271.)

Voimaharjoittelu etenee yleensä seuraavasti: anatomiset adaptaatiot/ hypertrofinen harjoittelu --> maksimivoima --> räjähtävä voima/pikavoima. Hypertrofisella harjoittelulla tarkoitetaan lihassolun poikkipinta-alan kasvuun tähtäävää harjoittelua. Maksimivoima harjoittelulla kehitetään maksimaalista voimaa mikä kyetään tuottamaan ja yleensä harjoittelu keskittyy hermostollisen ja lihakseen liittyvän kapasiteetin maksimaalisten adaptaatioiden saavuttamiseen. Maksimaalisella yrittämisellä (aggressiivinen nopeusvoimaperiaate) rekrytoidaan mahdollisimman täydellisesti nopeat motoriset yksiköt, eli nopeat liikehermot ja niiden päissä olevat nopeasti supistuvat lihassolut. Räjähtävä voiman ja pikavoima jaksolla on tarkoitus oppia tuottamaan voimaa mahdollisimman paljon lyhyessä ajassa. Ohjelmoinnista riippuen voi harjoittelussa tehdä myös yhdistettyä voima- ja nopeusharjoittelua. Kuulantyyöntäjän harjoittelussa tulee muistaa vielä lajivoiman lisääminen ohjelmointiin. Lajivoiman kehittäminen tapahtuu yleensä eripainoisilla välineillä.

Voimaharjoittelu on kauden alussa tai nuorilla urheilijoilla järkevää aloittaa hypertrofisella harjoittelulla. Tarkoituksena on luoda riittävät pohjat, joiden päälle tulevat voimaharjoitteluhjelmat rakentuvat. Kokeneilla urheilijoilla jakson kesto voi olla 4 - 6 viikkoa, kun junioreilla voidaan tehdä jopa 9 - 12 viikkoa kestävä jakso. Harjoittelujakson tavoitteena voi olla: rasvattoman massan lisääminen, kudoksien vahvistaminen, (rasvamassan vähentäminen), työkapasiteetin nostaminen, mikä luo pohjat intensiteetin ja volyymin nostolle, luoda hermolihasjärjestelmään tasapaino ja ehkäistä puolieroja, sekä vaikuttaa loukkaantumisten ehkäisyyn. (Bompa & Haff, 2009, 140.) Hypertrofiaa voidaan saavuttaa laajalla skaalalla erilaisia harjoitusohjelmia. Tärkeimmät vaikuttavat muuttujat harjoitusohjelmat lopputulokseen ovat kuorma, intensiteetti, nopeus, volyymi, sarjojen välinen lepo, liiketyyppi ja aktiivisen lihasmassan määrä. Volyymien ajatellaan olevan erittäin tärkeä tekijä morfologisten adaptaatioiden saavuttamiseksi (Krieger, 2010). Volyymien nosto harjoitusohjelmassa on helppo progressiotapa hypertrofisen jakson aikana. Mekaaninen kuormitus on tehokas tapa hypertrofian saamiseksi (Schiaffino et al., 2013), myös metabolisella rasituksella ajatellaan olevan rooli hypertrofiassa (Schoenfeld, 2013) ja myös jossain määrin voimassa (Rooney et al., 1994; Schott et al., 1995). Näiden kummankin yhdistäminen voi olla optimaalista anatomisten adaptaatioiden jakson harjoitusohjelmissa

Maksimivoimajakso on tärkeä olla ennen räjähtävän voiman jaksoa, koska tehon lisäys voi tapahtua niin maksimaalisen voiman kuin nopeuden lisäyksenä tai molempien kasvulla. Jak-

son pituus voi vaihdella yhdestä kolmeen kuukauteen riippuen kisataanko hallikaudella. Räjätävän voiman/pikavoiman kausi tulee sijoittaa kilpailuun valmistavalle kaudelle, minkä tarkoituksen on muuntaa saavutetut korkeammat voimatasot lajin käyttöön. On kuitenkin tärkeä muistaa ylläpitää maksimivoimatasoja, koska muuten nopeus kärsii. (Bompa & Haff, 2009, 140 - 141.)

Kilpailukauden voimaharjoittelu riippuu paljon kuulantyyntäjän kokemuksesta. Kilpailukausi kestää yleensä koko kesän, eli 2-4 kuukautta. Myös talvella voidaan pitää kilpailukausi, mutta jakson tulee olla selvästi lyhyempi kuin kesällä. Tavoitteena on ylläpitää saavutetut voimatasot, jolloin harjoittelun intensiteetti tulee olla kohtalaisen kovaa, mutta samalla tulee välttää liiallista harjoitteluväsymistä. Voimaharjoittelu voi olla kilpailukaudella ylläpitävää tai nuoremmissa urheilijoilla jopa kehittävä. Kovemmat harjoittelujaksot tulee ohjelmoida niin, etteivät ne liikaa haittaa kilpailuita. Pääpaino jaksossa tulee olla kuulantyyntötuloksen maksimoiminen.

Siirtymävaihe on kuulantyyntäjälle hyvin tärkeä. Jakso ajoittuu heti kilpailukauden jälkeen ennen uuden kauden aloittamista. Jakson pituus vaihtelee urheilijan tason mukaan kahdesta viikosta jopa kuuteen viikkoon. Tärkein tavoite on väsymyksen poistaminen fyysisesti ja henkisesti. Siirtymävaiheen aikana tulee olla aktiivinen, pelkästään passiivinen lepo ei välttämättä riitä palautumiseen. Suositeltavaa on myös antaa paljon käytetyille nivelille ja jänteille lepoa. Esimerkiksi työntökädelle ei tehdä siirtymäkaudella työntöjä (penkki, lajisuoritukset, pystypunnerrus ym.) ja selän kompressio- sekä leikkausvoimia on hyvä välttää (kyykky, maastaveto ja vastaavat liikkeet).

6.3 Kuulantyyntäjän ravintovalmennus

Kuulantyyntäjän ravintovalmennukseen pätee samat säännöt kuin kaikkiin muihinkin urheilulajeihin. Tärkeintä on taata ravinnon riittävyys, monipuolisuus ja säännöllinen saanti. Arki-ruokailun oikea rytmittäminen, laatu ja määrä ovat urheilijan ruokavalion keskeisin osa-alue. Kuulantyyntäjän ravinnossa on erityisesti huomioitava ravinnon riittävyys. Energiansaannin voidaan nähdä olevan merkittävin urheilijan suorituskykyyn vaikuttava tekijä. Kuulantyyntäjän on saatava riittävästi ruokaa, jotta urheilijan suorituskyky kehittyisi optimaalisesti. Säännöllinen ja riittävä ruokailu ovat tärkeässä roolissa, jotta energiaa ja ravintoaineita saadaan

palautumista ja kehitystä ajatellen tasaisesti ja riittävästi. Painon seuraaminen on yksinkertainen tapa seurata energiansaantia. Painon tulisi pysyä suunnilleen samana tai tavoitteesta riippuen jopa hieman kasvaa. Jos painon halutaan nousevan, on sopiva määrä plussakaloreita päivässä noin 100 - 300 kcal (Hulmi & Ahtiainen, 2016). Yli tämän määrän menevät kalorit eivät hyödytä rasvattoman massan kasvua. Muita energiansaannin arviointikeinoja on vireystilan arviointi, ruokapäiväkirjan seuranta ja uutena menetelmänä eri älypuhelinsovellusten tarjoama ruoan kuvauttaminen. Erityisesti PK -kaudella on huomioitava riittävä proteiinien ja hiilihydraattien saanti, jotta syödään hieman enemmän kuin kulutetaan. Perusruoaka on oikein hyvää kuulantyyntäjälle. Kansalliset ravitsemussuositukset kelpaavat erinomaisesti, kunhan huomioidaan harjoittelun aiheuttama lisääntynyt energiantarve, mikä johtaa suurempiin ruokamääriin. Monipuolisesti ja terveellisesti syöden päästään kohti parempia tuloksia. (Ojala, Laaksonen & Arjanne, 2016.)

Työntäjän erityisiä tavoitteita voi olla tietyn painon saavuttaminen tai ylläpito, rasvattoman massan maksimointi pituuteen nähden tai voiman lisääminen. Harjoittelujaksojen välillä voi olla myös ravintovalmennuksen osalta eroja. Intensiteetti ja volyyymi vaikuttavat ravinnontarpeeseen. Hiilihydraattivarastojen ehtyminen voi olla yksi iso tekijä väsymyksessä ja laskeudessa suorituskävyssä (Maughan & Burke, 2002; Hargreaves, Hawley & Jeukendrup, 2004). 3 - 5 grammaa hiilihydraattia painokiloa kohden riittää kevyen harjoittelun ja taitoharjoittelun tekemiseen (Burke, 2007), mutta harjoittelunintensiteetin noustessa on hyvä kuluttaa noin 5 - 7 grammaa hiilihydraattia painokiloa kohden (Burke et al., 2004; Burke, 2007). Todella kovilla harjoittelujaksoilla, jolloin harjoitellaan korkealla intensiteetillä 1-3 tuntia, on syytä syödä 7 - 12 grammaa hiilihydraattia painokiloa kohti (Burke et al., 2004).

Hiilihydraatin ajoituksella on myös iso rooli harjoittelussa. Kahden harjoittelun päivissä glykogeenivarastot voivat olla vaarassa ehtyä, jos hiilihydraattia ei saada heti harjoituksen jälkeen. Glykogeenivarastojen korvaus on korkeimmillaan ensimmäisen tunnin aikana harjoituksen jälkeen (Burke et al., 2004). Harjoituksen jälkeen onkin järkevää syödä heti 1.0 - 1.2 grammaa painokiloa kohden hiilihydraattia, tämä nopeuttaa glykogeenivarastojen täydentymistä. Lisäksi harjoituksen jälkeinen insuliiniherkkyys vaikuttaa glykogeenin nopeampaan täydentymiseen harjoittelun jälkeen (Richter & Milkines, 1989). Voimaharjoittelun kannalta hiilihydraatti tukee energian saantia ja varmistaa energian saannin säästämällä proteiinia lihaskuituun. (Tipton & Wolfe, 2004; Houtkooper et al., 2007.)

Proteiini on tärkeässä roolissa lihashypertrofiassa. Voimaharjoittelulle urheilijoille kovilla harjoittelujaksoilla suositellaan 1,7 grammaa proteiinia painokiloa kohden (Tarnopolsky, 2004). Proteiininsaanti voi olla jopa 2 - 2,5 g/kg/vrk kovilla harjoitusjaksoilla (Hulmi & Ahtiainen, 2016). Hyvin runsasta proteiininsaannista (> 2,5 g/kg/vrk) ei näyttäisi olevan lisähyötyä kehitykselle silloin, kun energiansaanti on riittävää. Hyvin suuri proteiinin käyttö lisää proteiinien käyttöä energiaksi vaikuttamatta lisäävästi proteiinisynteesiin. (Ilander, 2014, 207.)

Faber et al. (1990) tutkivat heittäjien proteiinisaantia ja miehillä, mikä oli 1,65 g/kg ja naisilla 1,14 g/kg. Heittäjien proteiinisaanti näyttäisi ainakin ennen olleen liian alhaista. Proteiinitrendi ja ravitsemustietoisuus on saattanut muuttaa asiaa. Optimoidessa hypertrofiaa on kuulantähtäjän hyvä juoda proteiinipitoista palautusjuomaa heti harjoituksen jälkeen. Siitä on hyötyä lihashypertrofiaan erityisesti kovaa harjoittelevilla henkilöillä (Pasiakos et al. 2015, Hulmi et al. 2009, Cermak et al. 2012). Myös kreatiinistä ja hiilihydraatista saattaa olla hyötyä heti harjoituksen jälkeen nautittuna (Cribb & Hayes, 2003). Runsas proteiinin nauttiminen aiheuttaa happamuutta elimistöön ja sen vastapainoksi on syötävä runsaasti vihanneksia, hedelmä ja marjoja. Tämä lisää kehon emäksisyyttä. (Mero, 2016.)

Proteiinisynteesi on lisääntyneenä jopa 48 tuntia kovan voimaharjoituksen jälkeen. Proteiinin syöminen tämän ikkunan ajan lisää lihasten anabolista tilaa. Välttämättömien aminohappojen nauttiminen on erittäin tärkeää tällöin. Proteiinin laadulla on siis väliä. Heti harjoituksen jälkeen nautittu heravalmiste stimuloi maksimaalista proteiinisynteesiä. Sopiva määrä tutkimusten mukaan on noin 0,4 g/painokiloa kohden, esimerkiksi 100-kiloisella urheilijalla noin 40 grammaa heravalmistetta on riittävä määrä. Proteiinia tulisi myös syödä riittävän usein, jotta veren ja lihaksen aminohappotasot pysyvät korkealla. Kolmen tai neljän tunnin välein nautittu proteiini näyttäisi olevan hyödyllisintä lihasten proteiinisynteesin kannalta. Tasainen ateriaritmi, 5-6 ateriaa vuorokaudessa on siksi suositeltava määrä urheilijoille, välipaloja unohtamatta (Mero, 2016). Kuulantähtäjän olisi muutenkin hyvä suosia tiheää ateriaritmiä. Tiheä ateriaritmi saattaa vähentää väsymystä arkena, edistää palautumista ja fyysistä kehitystä ylläpitämällä lihasproteiinisynteesiä, edistää lihasglykogeenivarastojen palautumista suorituksen jälkeen, auttaa saavuttamaan riittävän energiansaannin ja kehonkoostumuksen. Aamiaisella tulisi juoda paljon nestettä, syödä hiilihydraattia ja nauttia proteiinia. Aamiaisella nautitut hiilihydraatit täydentävät yön aikana tyhjentyneet maksan glykogeenivarastot. Proteiinia taas tarvitaan rakennusaineeksi pitkän paaston jälkeen. Ruokavalion rungon muodostaa lounas- ja

päivällisateriat, joissa urheilija saa nautittua suuren osan päivän energiansaannistaan. (Ilander, 2014, 120-123.)

Kuulantyöntäjän ei tule välttää rasvoja. Kuulantyöntäjän ruokavaliossa rasva ei saa viedä tilaa hiilihydraateilta, mutta ravinnosta saatavilla rasvoilla on tärkeä rooli hormonituotannossa ja vastustuskyvyn ylläpitämisessä sekä aineenvaihdunnan säätelyssä. Niukasti rasvaa syövät urheilijat kärsivät muita useammin rasitusvammoista. Kuulantyöntäjän ruokavaliossa rasvojen osuus voi olla 25 - 40 % kokonaisenergiansaannista, eli noin 1 - 2 g/kg/vrk. Rasvanlähteinä tulisi suosia runsaasti tyydyttymättömiä rasvahappoja sisältäviä tuotteita, kuten kalaa ja muita laadukkaita kasvisrasvoja (kylmäpuristetut öljyt, pähkinät, siemenet, avokadot). (Ilander, 2014, 230 - 240.) Heittäminen rasittaa niveliä. Ravinnolla voi olla pieni rooli nivelten terveyden kanssa. Clark (2007) suosittelee riittävästi proteiinia, kalsiumia, fosforia, sinkkiä, C-vitamiinia, D-vitamiinia ja E-vitamiinia taatakseen nivelten terveyden. Myös omega-3 rasvahapot voivat auttaa nivelten terveyden kanssa. (Houtkooper et al., 2007.)

Harjoitukseen tulee lähteä aina hyvillä energiavarastoilla, mikä on mahdollista turvata syömällä 1 - 3 tuntia ennen harjoitusta nautitulla aterialla. Aterian tulisi sisältää esimerkiksi 200 - 300 g hiilihydraattia ja 20 - 30 g proteiinia. Harjoittelukaudella voidaan olla hieman ylimenevillä kokonaisenergioilla, mutta kilpailukaudella kokonaiskuormitus pienenee ja hiilihydraattien sekä rasvoja vähentämällä päästään optimaaliseen kehon painoon. (Mero, 2016.) Taulukossa 11 on esitetty kuulantyöntäjän suuntaa-antava makroravintoaineiden jakautuminen harjoittelu- ja kilpailukaudella. Keskeisimpiä lukuja ovat painokiloa kohti lasketut. Erittäin suurikokoinen työntäjä voi joutua kokonaisenergiansaantiaan kasvattamaan. Kuulantyöntäjälle hyödyllisiä erikoisravintoja ovat: proteiinivalmisteet, hiilihydraattivalmisteet, kreatiini, palautusjuomat, beeta-alaniini (emäksisyyden lisäämiseen) ja harkinnan varaisesti kofeiini, monivitaminivalmisteet sekä D-vitamiini.

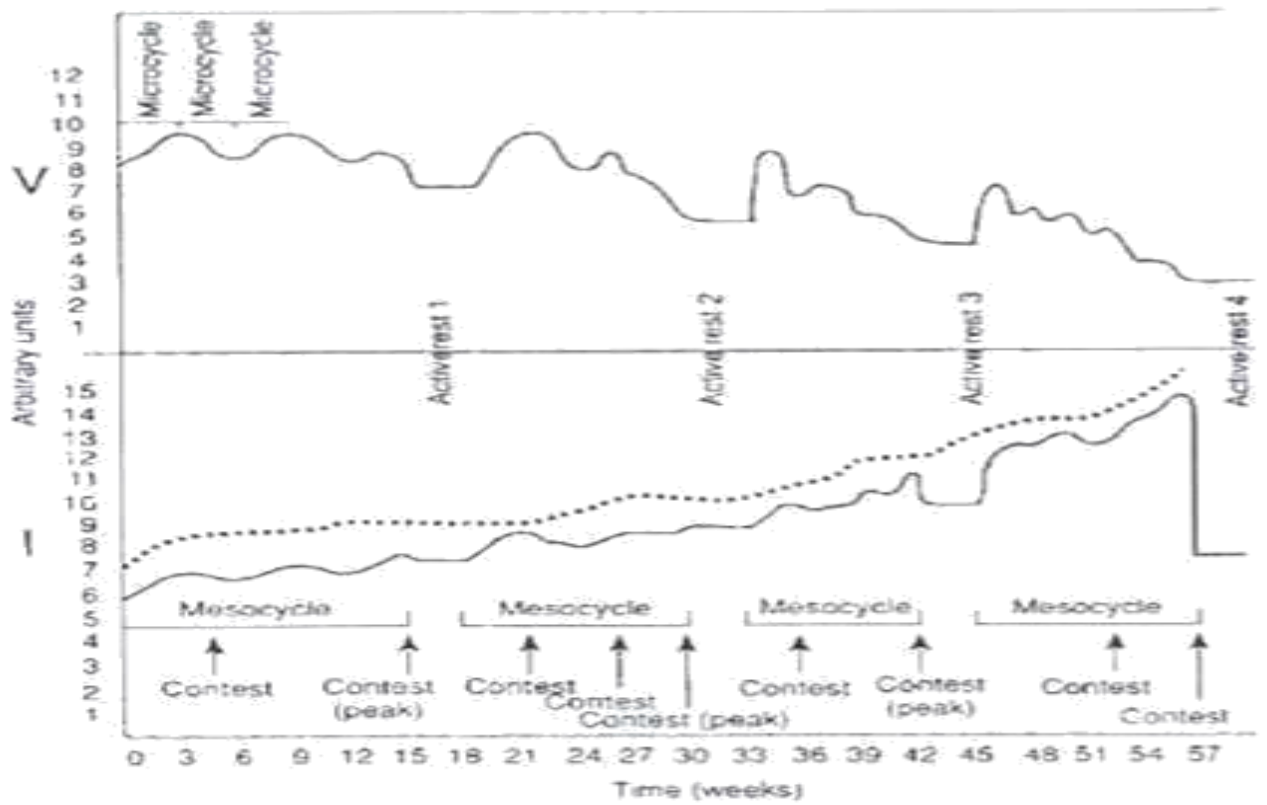
Taulukko 11: Esimerkki kuulantyoentajan makroravintoaineiden jakaantumisesta harjoittelu- ja kilpailukaudella. Mukailtu (Mero, 2016).

	Harjoittelukausi	Kilpailukausi
Kokonaisenergia		
Kcal	2500 - 4500	2000 - 4000
Kcal/kg	30 - 45	25 - 30
Proteiini		
g/kg	2,0 - 3,0	2,0 - 2,5
%	15 - 25	20 - 30
Hiilihydraatti		
g/kg	4 - 6	3 - 5
%	50 - 60	30 - 50
Rasva		
g/kg	0,8 - 1,2	0,5 - 0,9
%	15 - 20	20 - 35

6.4 Herkistely

Herkistelyn tavoitteena on optimoida suoritus pääkilpailuun tai kilpailuihin. Herkistelyyn vaikutetaan muun muassa vaikuttamalla harjoittelumäärään, -tiheyteen ja -intensiteettiin. Pääasiainen mekanismi on vähentää fyysistä ja psyykkistä raskautta, mikä mahdollistaa paremman suorituksen. Herkistelyn pituus vaihtelee urheilijasta riippuen ja on hyvin yksilöllinen mutta suoritus voi parantua vielä neljän viikonkin jälkeen, joten suositeltu pituus on yhden ja neljän viikon välissä. Mitä suurempi harjoitusvolyymien lasku on, sitä lyhyempi tulee herkistelyjakson olla, ettei urheilijalle tule negatiivisia vaikutuksia lihasten käyttämättömyydestä. (Bompa & Haff, 2009, 187 - 195.)

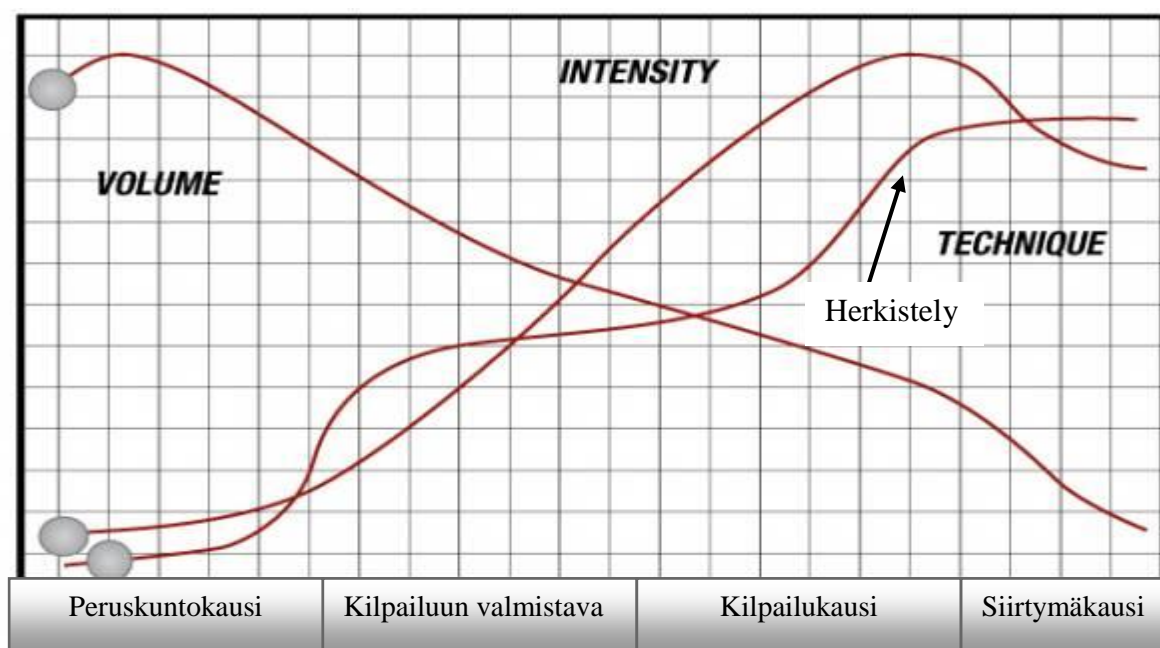
Kuvassa 20 on kuulantyoentajan yksi esimerkki vuosittaisesta makrosyklistä, missä jokaisen mesosyklin jälkeen on kilpailu. Kilpailujen lähestyessä harjoitusvolyymi laskee ja intensiteetti nousee. Tärkeimmän kisan lähellä intensiteetti on kovimmillaan ja volyyymi pienemmillään. Taulukossa 12 on esitetty meta-analyysin tulokset herkistelyjakson vaikutuksesta suorituskykyyn (Bosquet et al. 2007).



KUVA 20: Kuulantyöntäjän vuosittainen makrosykli, jossa jokaisen mesosyklin jälkeen kilpailu. Lähestyttäessä kilpailua määrä (V) laskee (kuvattu ylhäällä) ja intensiteetti (I; kuvattu alhaalla) nousee. (mukailtu Plisk & Stone, 2003).

TAULUKKO 12: Taulukossa on yhteenveto miten herkistely tulee tehdä ja mikä vaikuttaa mihinkin muuttujaan. Näyttäisi siltä, että 41 - 60 % harjoitusvolyymin lasku, mutta intensiteetin ylhäällä pitäminen olisi tehokas tapa herkistellä. Kestoltaan 8 - 14 vuorokauden progressiivinen herkistely näyttäisi olevan pituudeltaan tehokkain. Mukailtu (Bosquet et al., 2007).

Kategoria	Kokonaisvaikutuksen koko: Keskiarvo (95%)	N	P
Harjoitus volyymin lasku			
≤ 20%	-0.02 (-0.32, 0.27)	152	0.88
21-40%	0.27 (0.04, 0.49)	90	0.02
41-60%	0.72 (0.36, 1.09)	118	0.0001
≥ 60%	0.27 (-0.03, 0.57)	118	0.07
Harjoitus intensiteetin lasku			
Kyllä	-0.02 (-0.37, 0.33)	63	0.91
EI	0.33 (0.19, 0.47)	415	0.0001
Harjoitus tiheyden lasku			
Kyllä	0.24 (-0.03, 0.52)	176	0.08
EI	0.35 (0.18, 0.51)	302	0.001
Herkistelyn kesto			
≤ 7 p	0.17 (-0.05, 0.38)	164	0.14
8 - 14 p	0.59 (0.26, 0.92)	176	0.0005
15 - 21 p	0.28 (-0.02, 0.59)	84	0.07
≥ 22 p	0.31 (-0.14, 0.75)	54	0.18
Herkistelyn tyyli			
Porras	0.42 (-0.11, 0.95)	98	0.12
Progressiivinen	0.30 (0.16, 0.45)	380	0.0001



KUVA 21: Kuulantyöntäjän yksi vaihtoehto herkistelylle (pystyakselilla on kokonaiskuormitus). Nuolen kohdalla on herkistely. Intensiteetti ja tekniikka voivat alkaa paljon korkeammaltakin pystyakselilla riippuen työntäjästä. (mukailtu Plisk & Stone, 2003).

Kuvassa 21 on esitetty yksi vaihtoehto herkistelylle. Alhaalla on kuvattu kauden eteneminen. Tässä aika perinteisessä mallissa harjoittelu muuttuu yhä enemmän lähemmäksi kilpailusuoritusta, mitä lähemmäksi kauden tärkeimpiä kilpailuja lähestytään. Intensiteetti ja tekniikkaharjoittelun määrä nousevat lähestyttäessä kilpailukautta, kun taas harjoitusvolyymi laskee. Urheilijasta yritetään saada paras mahdollinen suoritus irti vähentämällä harjoitusvolyymia. Tällä on yleensä sekä fyysisiä ominaisuuksia parantava että psyykkisiä ominaisuuksia parantava vaikutus.

Zaras et al. (2014) tekivät 16 - 26 -vuotiaille heittäjille kaksi herkistelyjaksoa. Kevyen intensiteetin (30 % 1 RM) ja raskaan intensiteetin (85 % 1 RM) herkistelyjakson. 1 RM tarkoittaa yhden toiston maksimia ja prosentti edessä tarkoittaa maksimista laskettua kuormaa kyseisellä prosenttiluvulla. Herkistely kesti kaksi viikkoa. Seurauksena oli, että kummatkin herkistelyt paransivat merkittävästi heittotulosta, toisaalta ryhmien välille ei saatu eroja heittotuloksen osalta. Heittotuloksen parannus oli noin 4 - 6 %. Raskaan intensiteetin herkistely kehitti hiukan enemmän voimaa, vertikaalista hyppykorkeutta ja voimantuottonopeutta, mutta ei parantanut heittotulosta enempää kuin toinen ryhmä. Huomioitavaa on, että monenlaiset herkistelyt

toimivat, kunhan urheilijalla on herkistely ja kunhan liikkeet suoritetaan maksimaalisella nopeudella. Kevyen intensiteetin herkistelyn hyödyt ovat pieni loukkaantumisriski ja henkisesti kevyempi harjoittelu, joka voi sopia johonkin elämäntilanteeseen paremmin.

6.5 Kuulantyönnön opettaminen - taitoharjoittelu

Kuulantyöntöä opetetaan hyvin pitkälti mallintamalla oikeaa suoritusta. Yritetään toistaa oikein näytetty suoritus. Suoritusta myös pilkotaan osaharjoitteisiin ja näitä "drillejä" toistetaan erittäin paljon. Toisaalta oppiminen on monimutkainen prosessi ja harvoin pystytään toistamaan liike kahta kertaa täydellisesti peräkkäin. Tämän todennäköisyys on hyvin pieni ja joidenkin tutkijoiden mukaan jopa mahdotonta. Schöllhorn seurasi vuonna 2000 toistaisiko kaksi huippukiekonheittäjä heittoliikkeensä täsmälleen samanlaisena (Savelsbergh et al., 2010). Vuoden aikana urheilijat eivät toistaneet kertaakaan heittoa teknisesti täysin samalla tavalla. Tämän vuoksi voisi esittää ajatuksen, että ei ole olemassa yhtä optimaalista liikemallia, joita kaikkien urheilijoiden tulisi matkia.

Beckmann & Schöllhorn (2003) haastoivat perinteisen opetustekniikan, missä pyritään mallintamaan oikeata suoritusta. Toinen ryhmä teki neljän viikon intervention aikana 280 eri harjoitetta ja eivät kertaakaan tehneet samaa harjoitetta peräkkäin. Kun taas toinen ryhmä yritti mallintaa oikeaa suoritusta toistamalla sitä. Liikkeenä oli vauhditon kuulantyöntö. Koehenkilöillä ei ollut aikaisempaa kokemusta kuulantyönnöstä. Yhteensä kahdeksan harjoittelukerran aikana eri harjoitteita tehnyt ryhmä paransi merkitsevästi tulostaan, toisin kuin perinteisesti harjoitellut ryhmä.

Myös muiden lajien parissa on ollut hyviä tuloksia, esimerkiksi pikaluistelun lähdön opettaminen vaihtelevalla opetustekniikalla toi merkitsevän eron perinteiseen ryhmään verrattuna luistelunopeudessa (25 metrin ja 49 metrin välillä). Myös nopeus 49 metrin kohdalla oli merkitsevä muihin ryhmiin verrattuna. Ryhmien välillä ei ollut muuten merkitseviä eroja. Tästä mielenkiintoista tekee vielä se, että vaihteleva ryhmä ei saanut yhtään spesifiä palautetta pikaluistelulähdöstä ja jopa opettelivat lähtemään täysin väärästä asennosta, kun taas perinteinen ryhmä yritti mallintaa "oikeaa" tekniikkaa ja saivat palautetta korjatakseen suoritustaan. (Savelsbergh et al., 2010.). Kyseinen opetusmetodi toiminee lapsilla, nuorilla ja teknisesti huonoilla urheilijoilla, mutta taidon kehittyessä ja vakiintuessa menetelmä on kyseenalainen. Kui-

tenkin tutkimus antaa ymmärrystä ja tietoa taidon varioimisesta ja kehittämisestä niin huipputasollakin.

Liikunta lisää hiusverisuonia hermosolua kohden ja näin mahdollistaa tehokkaamman aivoverenkierron. Samalla oppiminen lisää synapsien määrää. Oppiminen organisoii aivoja yhä uudelleen, ja mielen toiminnallinen organisaatio riippuu ja hyötyy selkeästi erilaisista kokemuksista. Jatkuvasti haastavampien tehtävien tarjoaminen urheilijoille on tärkeää oppimisen ja innostamisen takia. Valmentajan tulee tiedostaa, että tekniikka voi kehittyä monella tavalla ja erilaisissa olosuhteissa. (National Research Council 2004, 136-147). Vaihteleva oppiminen hyödyntää ihmisen motorisen käytöksen vaihtelevuutta aiheuttaakseen itse orgaanisen prosessin oppijassa, mikä hyödyntää yksilöllistä liikettä ja oppimispiirteitä. Teoriassa myös oppija oppii sopeutumaan muuttuvaan ympäristöön nopeammin ja soveltamaan omaa liikettään siihen. (Savelsbergh et al., 2010.)

Vaihtelun merkitys perustuu liikesuoritusten sisäisiin malleihin. Jokaisessa liikkeessä on olemassa yleisluontoinen malli ja esimerkiksi kuulantyyntönsä se on heittämissä liikemalli. Vaihteleva harjoittelu jäsentää ja täsmentää sisäistä mallia. Saman kuulantyyntönsuorituksen toistaminen tuhansia kertoja on tehotonta taitoharjoittelua. Jokaisen yrityksen tulisi olla edellistä yritystä parempi ja näin harjoitellaan toistamista ilman toistoja. Toisaalta kuulantyyntönsuoritus on hyvin suljettu tilanne ja vaihtelua ei ole paljon. Suurimmat muuttajat ovatkin työntäjän yksilöllinen ruumiinrakenne ja sen hyödyntäminen optimaalisella tavalla pienessä ringissä. Kuulantyyntöns opetuksessa kannattaakin muistaa vaihtelun kohdalla lajin luonne ja soveltaa vaihtelevuutta sen mukaan harjoitteluun. Vaihtelun keinoja kuulantyyntönsä voisivat olla seuraavat muutamat esimerkit: epätavalliset alkuasennot, suorituksen tekeminen pelikuvana, liikenopeuden muuntelut, suoritustavan muuntelu, välineen vaihtelut, kenkien ja alustan vaihtelu. Lisäksi kuulantyyntöns osaharjoitteet tuovat mukanaan vaihtelua, kuitenkin osaharjoitteitakin tulee vaihdella ja kehittää. (Kalaja, 2016, 233-241.)

Kuulantyyntöns opettamisen tulisi keskittyä oppimishalun provosoimiseen. Mahdollisimman suuri variaatio kehittää tekniikkaa ja taitavuutta enemmän kuin monotoninen harjoittelu. Yksittäisten drillien tekeminen ja pyrkimys oikean liikemallin toistamiseen ei välttämättä ole paras tapa harjoitella. Alkeita opetellessa oppijalla tulee olla mahdollisuus erilaisiin ja monipuolisiin tapoihin suorittaa liike. Opettajan tulee tässä kannustaa ja luoda ympäristö mahdollisimman oppimista auttavaksi. Virheitäkään ei pidä välttää, sillä urheilijan kykyyn havaita

virheitä vaikuttavat hänen aikaisemmin kokemansa virheet. Tätä taitoa urheilija usein hyödyntää oppimisessaan. (Kalaja, 2016, 233-235.)

Taidon kehittyessä ja liikuttaessa kohti huippuvaihetta uralla työntäjän tulee erityisesti keskittyä yksilöllisten vahvuuksien ja liikemallien kehittämiseen sekä esiintuomiseen työssä. Jokaisella huipputyöntäjällä on eri vahvuudet ja näitä tulee korostaa tekniikan kehittämisessä. Ainoa mahdollisuus saavuttaa tämä on varioida taitoa ja kokeilla eri malleja tekniikassa.

6.6 Harjoitusesimerkit

Seuraavaksi esittelen muutamia erilaisia harjoitusten rytmitysvaihtoehtoja. Nämä ovat vain esimerkkejä ja jokainen urheilija on erilainen. Kaikki ei välttämättä sovellu kaikille juuri samalla lailla. Huomioitavaa on, että harjoittelua tulee tasaisesti kasvattaa. Heti ei voi, eikä pidä, laittaa samanlaisia määriä kuin huippu-urheilijoilla. Jos kehitystä saadaan mahdollisimman pienellä harjoittelulla aikaiseksi, ei ole syytä harjoitella enempää. Vasta, kun tasannevaihe tulee vastaan, voidaan lisätä harjoittelua. Näin päästään aina eteenpäin tasannevaiheelta ja mahdollistetaan kehittyminen pitkällä aikavälillä. Lisäksi rasituksen jatkuva kasvattaminen tasaisesti ennaltaehkäisee loukkaantumisilta. Lisää harjoitteluesimerkkejä löytyy Urheilija-analyysi -kappaleesta. Taulukossa 13 on esitetty David Storlin kova harjoitusviikko, joka on viety läpi etelän lämmössä harjoitusleirillä.

TAULUKKO 13: David Storlin erittäin kova esimerkkiharjoitusviikko. Ajoittuu viikolle 15 harjoitusleirille. Harjoittelussa korostuu työntämisen määrä ja voimaharjoittelu. (Karlsson, 2011, 16- 17.)

Päivä	Aamupäivä	Iltapäivä
Maanantai	Työntö 35kpl ylipainoisella Yleisvoimaa	Työntö 35 kpl Maksimivoima jalat
Tiistai	Jalkapallo 30min Maksimivoima ylävartalo Yleisheittoja 30kpl	Hyppyjä 70kpl Yleisheittoja 30kpl
Keskiviikko	Työntö 35kpl alipainoisella Kahvakuulaharjoitteita 20kpl	Työntö 40 kpl Maksimivoima jalat
Torstai	Maksimivoima ylävartalo Hyppyjä 100kpl	Lepo
Perjantai	Työntö 40kpl alipainoisella Yleisheittoja	Yleisvoimaa Kuntopiiri ja kuntopallo
Lauantai	Työntö 40kpl Kahvakuulakuntopiiri	Maksimivoima Jalat/Ylävartalo Juoksua ja hyppyjä
Sunnuntai	Lepo	Lepo

Taulukossa 14, 15 ja 16 on esitetty nuorille urheilijoille soveltuvia harjoittelujaksotuksia. Harjoittelujaksotuksissa ei ole huomioitu yksilöllisiä kehityskohteita ja yksilön kykyä reagoida kuormitukseen. Jotkut urheilijat saattavat tarvita hieman enemmän tekniikkaharjoittelua, voimaharjoittelua tai palautumista kehittyäkseen. Sopivan tasapainoin löytäminen on valmentajan haasteita. Harjoittelussa tulee myös muistaa sopiva progressio niin fyysisissä kuin teknisissäkin harjoitteissa. Kovaan kuormitukseen tulee totuttautua askel kerrallaan, jotta voidaan välttää urheiluvammoja ja henkistä loppuun palamista.

TAULUKKO 14: Esimerkki päivittäin vaihtuvasta harjoittelujaksotuksesta nuoren kuulantyyöntäjän peruskuntokausi kakkosella tai kovalla voimaharjoittelujaksolla. Urheilijalla mahdollisuus harjoitella aamupäivällä.

Päivä	Aamupäivä	Iltapäivä
Maanantai	Aitakävely - etuperin, takaperin, sivusta, Liikkuvuutta Kuntopallolla 200 heittoa, pää- asiallisesti keskivartaloa Plyometriaa noin 50 hyppyä	Voimaharjoitus: Submaksimaaliset kuormat vastuskuminauhosten kanssa. Keskittyminen mahdollisimman nopeaan konsentriseen vaiheeseen: Takakyky, Penkki, Maastaveto
Tiistai	Telinevoimistelu 45min	Voimaharjoitus: Maksimivoima Rinnalleveto, Etukyky Pystypunnerrus, Vastapenkki
Keskiviikko	Palauttava harjoitus Keskivartalo, liikkuvuus, työnön kehittämiskohteiden mallailua	Lepo
Torstai	Työntöharjoitus Drillejä Osaharjoitteita Kokonaissuorituksia Kuntopalloa päälle 100 heittoa keskittyminen lajinomaisiin heittoihin	Voimaharjoitus: räjähtävä voima Tempausveto Tempaus Etukyky Penkki
Perjantai	Voimaharjoitus: Hypertrofinen Leuat, Alatalja, Takaolkapäät, haisu, ojentaja, reiden ojennus ja koukistus	Lepo
Lauantai	Lepo	Lepo

Sunnuntai	Työntöharjoitus Kokonaissuorituksia kevyem- mällä välineellä. Päälle nopeutta esim. 2x3x20m	Lepo
------------------	--	------

TAULUKKO 15: Esimerkki päivittäin vaihtuvasta harjoittelujaksotuksesta nuoren kuulantyyntäjän peruskuntokausi kakkosella tai kovalla voimaharjoittelujaksolla. Esimerkkiurheilijalla ei ole mahdollisuutta harjoitella aamupäivällä

Päivä	Harjoitukset
Maanantai	Aitakävelyt - etuperin, takaperin, sivusta, Liikkuvuutta Voimaharjoitus: Takakytky, penkki, maastaveto jokaisen sarjan päälle plyometrinen räjähtävä suoritus joko yläkropalle tai alakropalle. Kuntopallolla 200 heittoa, pääasiallisesti keskivartaloa
Tiistai	Työntöharjoitus Drillejä Osaharjoitteita Kokonaissuorituksia Kuntopalloa päälle 100 heittoa keskittyminen lajinomaisiin heittoihin
Keskiviikko	Lepo
Torstai	Voimaharjoitus: räjähtävä voima Tempausveto Tempaus Etukytky Penkki
Perjantai	Voimaharjoitus: Hypertrofinen Leuat, Alatalja, Takaolkapäät, hauis, ojentaja, Hypoxia-

	tilassa (verenkierron rajoitus) reiden ojennus ja koukistus
Lauantai	Lepo
Sunnuntai	Työntöharjoitus Kokonaissuorituksia kevyemmällä välineellä. Päälle nopeutta esim. 2x3x20m

TAULUKKO 16: Nuoren kuulantyyntäjän kilpailukauden harjoittelu esimerkki.

Päivä	Aamupäivä	Iltapäivä
Maanantai	Lepo	Voimaharjoitus: Kova maksimivoimaharjoitus. Esim. Päivän kunnon mukaan kolmosmaksimin määritys parisä pääliikkeessä ja päälle tukiliikkeitä, jotka vahvistavat urheilijan heikoimpia tukilihaksia.
Tiistai	Liikkuvuutta ja yleistä taitoharjoittelua sekä valmistamista illan työntöharjoitukseen 60min.	Kuulantyyntöharjoitus 60-90min.
Keskiviikko	Lepo	Nopeusvoimaharjoitus. Maksimaalinen suoritusnopeus liikkeissä. Kuormat 30 - 60 %. Esim. Rinnalleveto, Kyykkyhyppy, penkkipunnerrus ja vastapenkki pääliikkeinä.
Torstai	Lepo	Aitakävelyt, liikkuvuutta, lähdöt telineestä 2x5x20m Kuulantyyntöharjoitus 45min.
Perjantai	Lepo	(Saliharjoitus riippuen urheilijatyypistä. Jotkut tykkäävät saada hyvän tonuksen lihak-

siin ennen kilpailua, toiset eivät.)

Lauantai

Hyvä verryttely, työnnön Lepo
mallailua. Kuulanheitot
oman sarjan välineellä: AE
2x4, PYT 2x4.

Sunnuntai

Kilpailu

7 URHEILIJAN ANALYYSI

Urheilija-analyysissä esitellään Suomen tämän hetken paras kuulantöntäjä Arttu Kangas. Artulla on neljä Kalevan kisojen, eli suomenmestaruusmitalia ja hän on päässyt 20 metrin kerhoon. Arttu työnsi hallissa vuonna 2015 22-vuotiaiden Suomen ennätyksen 20,09 metriä ja tämä oli hänen ensimmäinen 20 metrin ylitys. Ulkoradoilla hänen ennätyksensä on 20,30 metriä. Arttu on nuori kuulantöntäjäksi (23-vuotias). Arttu on 186 cm pitkä ja painaa noin 108 kiloa. Häntä valmentaa Matti Yrjölä. Voidaan puhua huippulahjakkuudesta ja hänen tuloskehityksensä näyttää erittäin lupaavalta. Taulukosta 16 voi seurata tuloskehitystä.

TAULUKKO 17: Arttu Kankaan tuloskehitys 2010-2017.

Vuosi	Tulos (m)	Paikka ja aika
2010	15.86	Kankaanpää 7.9.
2011	16.19	Turku 6.8.
2012	17.85	Hämeenkyrö 16.6.
2013	19.07	Vaasa 27.7.
2014	19.74	Hämeenkyrö 6.7.
2015	19.79	Raasepori/K 7.6.
2016	20.30	Raasepori/K 12.6.
2017	19.95	Kotka 13.8

Artun kymmenen parhaan työnnön keskiarvo on kovatasoinen 19,81 m. Kaudella 2014 -2015 10 parhaan työnnön keskiarvo oli 19,55 m ja kaudella 2015 - 2016 se nousi jo 19,65 m:iin. Taulukossa 17 on vertailtu leikkimielisesti Arttu Kankaan ja Reese Hoffan tuloksia sekä ominaisuuksia, kun Reese Hoffa oli 23-vuotias. Reese on Kankaan tavoin pyörähtäjä ja oman menestyksensä hän rakensi voiman ja ison kokonsa varaan. Hänen tekniikkansa vahvuuksia oli erittäin nopea pyöriminen. Hän tuli keskelle rinkiä oikean jalan ollessa työntösuuntaan nähden 300 - 320 astetta ja silti hän pystyi erittäin nopeasti pyörähtämään sekä minimoimaan yhden jalan pyörimisvaiheen ajan. Hänen painonsa saattoi auttaa tasapainon kanssa ja toi työntöön vakautta. Hänen ennätyksensä on 22,43 m. 23-vuotiaana hän oli aika lailla samalla tasolla Artun kanssa, tosin Artulla oli hiukan parempi ennätys.

TAULUKKO 18: Arttu Kankaan ja Reese Hoffan tulosvertailu, kun Reese Hoffa oli 23-vuotias.

	Arttu Kangas	Reese Hoffa
Ikä (v)	23	23
Paino (kg)	108	129
Ennätys (m)	20,30	20,22
Penkki (kg)	(räjähtävästi pompulla) 215	213
Kyykky (kg)	Etukyykky syvältä 205	Takakyykky 253
Rinnalleveto raakana (kg)	165	168
Tempaus (kg)	-	130
Niskan takaa työntö (kg)	170	Vauhtipunnerrus 180
Vauhditon pituus (cm)	315	272
Vauhditon 3-tasaloikka (m)	9,70	-
Vauhditon 5-vuoroloikka (m)	15,30m	-
30m juoksu paikalta (s)	3,95	40 jaardia (36,5m) 4.89

7.1 Huipputyöntäjän harjoittelurytmitys ja harjoitteluesimerkkejä

Arttu käyttää kaksinkertaista ohjelmointia eli kilpailee hallissa ja ulkoradoilla. Tämä vaikuttaa harjoittelukauden jakoon. Hänen jakonsa on seuraavanlainen: syyskuussa ylimenokausi, joka kestää noin kolme viikkoa. Sen jälkeen tulee peruskunto- tai perusvoimakausi, minkä kesto on 8 - 10 viikkoa. Sen jälkeen tehdään maksimivoimakausi, mikä on kestoltaan 5 - 6 viikkoa. Räjähtävän voiman kausi tai kilpailuun valmistava kausi kestää 3 - 5 viikkoa, minkä jälkeen tulee hallikilpailukausi kestoltaan noin neljä viikkoa. Sen jälkeen pidetään muutaman viikon kevyempi jakso, jonka jälkeen taas perusvoimakausi, maksimivoimakausi ja kilpailuun valmistavakausi ja kilpailukausi. Jaksotus on harjoituskaudella muotoa kaksi kovaa ja yksi kevyt viikko. Kilpailukaudella mennään tilanteen ja olotilan mukaan.

Peruskuntokaudella Artulla on lajiharjoituksia eli työntöä yksi tai kaksi kertaa viikossa. Siirtäessä kohti maksimivoimakautta määrä kasvaa kahteen tai kolmeen kertaan viikossa. Lei-

riviikot muuttavat aina vähän määriä ja Arttu leireileekin muun muassa Pajulahdessa. Esimerkiksi yhdellä viikolla syksyllä 2016 Arttu leireili Pajulahdessa viikonloppuna ja lisäksi torstaina sekä perjantaina Tukholmassa, jolloin tuli lajitreenejä yhteensä viisi kappaletta.

Kilpailuun valmistavalla kaudella työntötreenejä tule kaksi tai kolme. Tehot ovat työntötreeneissä kilpailuun valmistavalla kaudella niin kovat, ettei läheskään joka päivä voi työntää, koska muuten keho ei ehdi palautumaan. Pääsääntöisesti Arttu työntää virallista 7,26 kilon kuulaa. Vuonna 2016 syksyllä on harjoittelussa ollut mukana myös kevyempi 7,0 kg kuula. Noin kerran kahdessa viikossa normaalipainoisen kuulan jälkeen tulee työnnettyä 6,0 kg kuulaa. Ylipainoisia välineitä hän on käyttänyt melko vähän. Suunnitteilla on harjoittelukaudelle ottaa harjoituksiin mukaan 7,6 kg kuula noin kerran viikossa.

Normaali peruskuntokauden Artun päivä on seuraava:

- 7.00** Herätys
- 7.15** Aamupala: munakas, jossa 3 - 5 kananmunaa, kaurapuuroa n.5 - 7 dl tai vaihtoehtona kaksi ruisleipää, voi, kalkkunaleikettä, juustoa, mehua 2dl, vettä 5dl, kahvia. D-vitamiini 100 mikrogrammaa.
- 8.00** Töihin: liikunta-aliupseerina Niinisalon varuskunnassa
- 9.15** Välipala: ruisleipä vaihtelevalla täytteellä. Appelsiinimehu 3dl, kahvi.
- 11.00-12.00** Salibandy
- 12.00** Lounas: kanafileet n.300g, tumma riisi (reilusti), salaatti, 2dl vettä, 2dl mehua, ruisleipä ja levite.
- 14.15** Välipala: heraproteiinijuoma/ vastaava,
- 16.00** Välipala: banaani, kahvi. Lepäilyä / asioiden hoitoa 1h
- 17-19** Pääharjoitus: lämmittely esim. sulkapalloa, soutulaitetta tai kuntopyörää 15min, jonka jälkeen kova voimaharjoitus. Treenin aikana vesi+ heraproteiini / amino happovalmiste. Treenin jälkeen palautusjuoma, heraproteiini+maltodekstriini+kreatiini+vesi.
- 19.30** Päivällinen: jauhelihakastikeaudan jauhelihasta, tumma spagetti, salaatti, mehu, vesi.
- 20 - 22** TV:n katselua, tietokoneella oloa, lihashuoltoa
- 22.00** Iltapala: purkki tonnikalaa, 2kpl ruisleipää, kalkkunaleikettä, juustoa, maitoa

3dl. Sinkki+magnesium+B6 vitamiini.

22.30 Nukkumaan

Harjoitusesimerkkiviikko peruskunto / perusvoimakaudella, syksyllä 2016:

MA: Voimaharjoitus: jalat painopistealueena 2h

TI: Loikka- ja juoksuharjoitus 1h30min

KE: Lepo

TO: Lajiharjoitus 1h30min

PE: Voimaharjoitus: painottuen yläkroppaan, 1h30min

LA: Aerobinen harjoitus: lenkki tai joku peli yms. 1h30min

SU: Kevyt voimaharjoitus tai lepo

Harjoitusesimerkkiviikko kilpailukaudelta 2016:

MA: Voimaharjoitus: jalat painopistealueena 1 h 30 min

TI: Lepo tai kevyt loikka- ja juoksuharjoitus 1h

KE: Lajiharjoitus 1h 30min

TO: Voimaharjoitus: räjähtävä voima koko keho 1h

PE: Lepo

LA: Kilpailu

SU: Voimaharjoitus: painopistealueena kädet ja ylävartalo 1 h 30 min tai lepo.

Kilpailupäivän esimerkki menee yleensä seuraavanlaisesti Artun omin sanoin kerrottuna:

Oletetaan vaikka, että kisa alkaa klo 18:

”Yritän nukkua hyvin ja pitkään, yleensä herätys siinä klo 9 aikoihin. Heräämisen jälkeen syön kunnan aamupalan. Tänä vuonna on ollut tapana, että aamupäivällä käyn tekemässä kevyen työntötreenin / verryttelyn, joka sisältää maksimissaan kahdeksan työntöä. Verryttely sisältää ihan perusjuttuja. Tämän jälkeen on lounas ja lepäilyä. Kisapaikalle siirtyminen riippuu tietysti vähän paikasta. Yleensä rajana on ollut, että jos on yli 2,5h matka niin menen paikalle jo edellisenä päivänä. Verryttelyn aloitan yleensä noin tunti ennen kisan alkua pois lukien arvokisat, joissa käytäntö on vähän erilainen. Verryttely sisältää hölkkää, kevyttä venytystä, erilaisia aukaisuja sekä joskus kuulanheittoja. Noin 15 min ennen kisa 1-2 työntöä ilman

vauhtia, kaksi työntöä "puolivauhdilla" ja 1-2 normaalia työntöä. Kisan aikana tai ennen en käytä mitään lisäravinteita paitsi yleensä tulee juotua jotain kofeiinipitoista. Kisan jälkeen loppuverryttelyksi 10 min hölkkää ja palautusjuoma (heraproteiini ja malto)"

TAULUKKO 18: Arttu Kankaan voimaharjoitusesimerkki.

Kuntopyörä 10min

Korkea veto (leukaan asti) (kg) 6x60, 6x80, 3x90, 2x2x100

Työntö veto (kg) 5x120, 5x140, 4x150, 4x 160, 3x170

Penkki (räjähtävä) (kg) 8x60, 6x100, 5x130, 4x150, 3x170, 2x2x180, 4x5x155, 5x100

Vinopenkki käsipainoilla 4x8x 40 - 50kg

Kiertokävely levypainolla 4x10x25kg

Kylkikierto kädet suorana penkillä maaten 3x10x15kg

Puolikyökköhypyt 4x5x80kg

8 POHDINTA

Kuulantyyntöön liittyvät kansainväliset tutkimusartikkelit liittyvät hyvin usein kuulantyyntönnön biomekaniikkaan ja lentoradan optimointiin matemaattisilla malleilla. Myös antropometrisia ja fyysisiä ominaisuuksia mittaavia tutkimuksia on julkaistu jonkun verran. Suomalainen kuulantyyntötutkimus on keskittynyt Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksella. Sieltä viimeiset kuulantyyntöön liittyvät julkaisut ovat 2000 - luvun alusta. Arsi Harjun olympiakullan jälkeen pyörähdystekniikkaa tutkittiin yllättävänkin paljon biomekaanisin kuvantamismenetelmin. Kuulantyyntönnön tutkiminen on vähentynyt menestyksen vähentymisen myötä. Tässä työssä on yhdistelty kansainvälisiä tutkimusartikkeleita, suomalaisia lajikirjoja ja valmentajilta saatua hiljaista tietoa.

Kuulantyyntäjien harjoittelusta on paljon eriäviä mielipiteitä. Erittäin mielenkiintoinen jatkotutkimusaihe olisi tutkimus harjoittelun eroista pakittajilla ja pyörähtäjillä. Näyttäisi siltä, että pyörähtäjät tarvitsevat paljon enemmän rotaatiovoimaa keskivartaloon kuin pakittajat, kun taas pakittajat tarvitsevat enemmän räjähtävyyttä jalkoihin, mutta onko tämä huomioitu harjoittelussa huipputasolla? Huippukuulantyyntäjien ravintokäyttäytymistä on yksi tutkimus. Erittäin runsas proteiininkäyttö on suosittua kehonrakennus ja voimailupiireissä, mutta onko myös näin kuulantyyntönnössä? Yhteiskuntatieteelliseltä puolelta suomalaisten kuulantyyntäjien urapolut ja lajivalinnat olisivat mielenkiintoisia jatkokehityskohteita. Lahjakkuusprofiilin luominen edellyttää ymmärrystä miten lajin pariin päädytään ja minkälaiset ihmistyypit löytävät kuulantyyntönnöstä oman lajinsa.

Kuulantyyntäjäksi kasvaminen tulisi tapahtua monipuolisen lapsuuden ajan liikunnan ja urheilun kautta. Monipuolinen liikunta lisää hiusverisuonia hermosolua kohden ja näin mahdollistaa tehokkaamman aivoverenkierron, kun taas oppiminen lisää synapsien määrää. Monipuolinen heittäminen ja erilaisten välineiden hallinta lisää oppimista, mikä organisoii aivoja yhä uudelleen ja mielen toiminnallinen organisaatio hyötyy selkeästi erilaisista kokemuksista. (National Research Council, 2004, 136-147.) Nuoruusvaihetta lähestyttäessä olisi hyvä, jos urheiluseuralla olisi tarjota pienryhmiä heittolajien harjoitteluun. Heittolajien opettaminen on hyvin vaativaa isoissa ryhmissä ja vaarana on, että toistomäärät jäävät hyvin pieniksi. Nuoruusvaiheessa kehitetään suurin osa kuulantyyntönnön taidosta. Siksi onkin erittäin tärkeää, että heittäjille löytyy sopiva harjoitteluryhmä.

Näyttäisi siltä, että nuoruusvaiheessa hävitämme suurimman osan heittolajien lahjakkuuksistamme. Tämä asettaa suuren haasteen yleisurheilutoimijoille ja uusille kaupunkikeskuksille, minne uuden strategian mukaan keskitetään yleisurheilun toimintaa. Miten heittolajien harjoittelun erityispiirteet huomioidaan isommissa seuroissa ja suuremmissa ryhmissä? Suurin osa mitaleista yleisurheilusta tulee Suomelle kentälajeista. Heittolajeissa on valtava potentiaali huippu-urheilu menestykseen, jos tätä osataan tukea oikein. Menestys on tullut aikaisemmin urheilija ja valmentaja parien kautta. Näiden jo olemassa olevien menestyneiden rakenteiden tukeminen voisi olla tehokasta. Seurojen ja liittojen on helppo jättää panostamatta kuulantyyntöön, sillä esimerkiksi menestyvällä pikajuoksuvalmentajalla voi olla jopa 10 urheilijaa samassa harjoitusryhmässä, kun taas menestyvällä kuulantyyntövalmentajalla sama määrä on yleensä 2 - 5. Heittovalmentajien palkkaaminen on taloudellinen riski, mutta se voi samalla olla tuloksellisesti hedelmällistä. Myös eri lajien myöhäisen erikoistumisen urheilijan polku tulisi huomioida seura- ja liittotasolla. Kuulantyyntöä on mahdollista opetella myöhäisemmällä iällä.

Kuulantyyntöstä on Suomessa tehty yksi laajempi lajianalyysi, joka sekin käsittelee pääosin miesten kuulantyyntöä (Yrjölä, 2000). Erityisesti naisiin kohdistuva lajianalyysi olisi syytä tehdä Suomessa. Huippunaiskuulantyyntäjien harjoittelusta ja tekniikasta on myös tarjolla Suomessa, sekä maailmalla niukasti tietoa. Naisten kuulantyyntö on Suomessa karkeasti viisi metriä jäljessä maailmanhuippua. Osataanko Suomessa huomioida naisten kuulantyyntön erityispiirteet niin fysiikassa kuin myös tekniikassa?

Kuulantyyntöstä löytyy miesten osalta suhteellisen paljon biomekaanista tietoa maailmalta. Naisten osalta löytyy muutamia tutkimusartikkeleita. Naisten ja miesten erot ovat kuulantyyntönsä kohtalaisen isot ja erilaiseen suoritustekniikkaan vaikuttaa naisten antropometriset mitat, fyysiset ominaisuudet ja kevyempi väline. Huippunaiskuulantyyntäjien fyysisistä ominaisuuksista ei ole paljoa tietoa, minkä voi nähdä Rantilän (2015) ja Auvisen (2011) naistenominaisuustaulukoiden suurista eroista. Yksittäisiä tapauksia lukuunottamatta naisten fyysisistä ominaisuuksista ei ole tietoa.

Suuri jatkokehityskohde olisi tehdä maajoukkueryhmä Suomen kärkityöntäjille ja haastajaryhmä nuoremmille tulevaisuuden koville työntäjille. Näiltä työntäjiltä tulisi jatkuvasti kerätä dataa heidän oman harjoittelun parantamiseksi kuin myös tulevaisuuden työntäjille tiedoksi. Hyvä testipatteristo voisi sisältää esimerkiksi seuraavat liikkeet: esikevennettyhyppy ilman

lisäpainoa ja lisäksi hyppy 20 % lisäpaino kehon painosta, maksimivoimatestit, 30 metrin juoksu paikaltaan, kuulanheitto testit alhaalta eteen ja pään yli taakse, loikkatestit sekä erilaiset antropometriset testit. Myös kuulan lähtönopeuden seuranta olisi hyödyllistä.

Kuten urheilija niin myös valmentaja tarvitsee ympärilleen ison turvaverkon. Kehittyäkseen valmentaja tarvitsee taloudellista tukea niin seuralta kuin lajiliitoltakin. Lisäksi yhtenäisen valmentajaverkoston luominen luo tilaa keskustelulle, joka auttaa kehittymään ja jakamaan huolia, sekä murheita. Urheilijan ja valmentajan työt vaativat tekijältään erittäin paljon ja menestyksekkään yhteistyön luominen vie aikaa. Kyseisten ammattien arvostus ja työpaikkojen luominen on meidän kaikkien yhteinen työmaa, joka vaatii jatkuvaa huolenpitoa.

LÄHTEET

- Alexander, M.J., Lindner, K.J., & Whalen, M. 1996. Structural and biomechanical factors differentiating between male and female shot put athletes. *Journal of Human Movement Studies*, 30, 103-146.
- Auvinen, M. 2011. Heittolajit. SUL koulutusohjeet 2011-2013. sivut 58-70. Koonnut Rajala, T. 2011. Viitattu 3.11.2016.
- Arrhenius, N. 2014. Ground forces impact on release of rotational shot put technique. Brigham Young University. Department of Exercise Sciences. Master's Thesis.
- Bartonietz, K. 1994. Rotational shot put technique: Biomechanical findings and recommendations for training. *Track and Field Quarterly Review* 93 (3), 18–19.
- Bartonietz, K. 1995. The throwing events at the World Championships in Athletics 1995, Göteborg—Technique of the world's best athletes. Part 1: shot put and hammer throw. *New Studies in Athletics* 10 (4), 43–63.
- Beckmann, H. & Schöllhorn, W. 2003. Differential learning in shot put. *Julkaisussa: Schöllhorn W, Bohn C, Jäger J.M, Schaper H & Alichmann M. European workshop on movement science. Sport und Buch Straub. 2003, 68.*
- Bompa, T. & Haff, G. 2009. *Periodization - Theory and methodology of training. 5. painos. Human Kinetics.*
- Bosquet, L., Montpetit, J., Arvisais, D. & Mujika I. 2007. Effects of tapering on performance: A Meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (8), 1358-1365.
- Burke, L. M. 2007. Training and Competition Nutrition. In: *Practical Sports Nutrition - A Sport-Specific Approach to Nutrition for Optimal Performance. Sivut: 5 - 12. Champaign IL: Human Kinetics, Inc.*
- Burke, L. M., B. Kiens, and Ivy, J.L. 2004. Carbohydrates and fat for training and recovery. *Journal of Sports Sciences*, 22, 15-30.
- Byun, K., Fujii, H., Murakami, M., Endo, T., Takesako, H., Gomi, K. & Tauchi K. A. 2008. Biomechanical analysis of the men's shot put at the 2007 World Championships in Athletics. *New studies in Athletics*, 23 (2), 53-62.
- Cermak, N.M., Res, P.R., De Groot, L.C., Saris, W.H. & Van Loon, L.J. 2012. Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 96(6), 1454-1464.
- Clark, K. L. 2007. Nutritional considerations in joint health. *Clinics in Sports Medicine*, 26, 101-118.

- Coh, M., Supej, M. & Stuhlec, S. 2007. Biodynamic analysis of the rotational shot put technique. *Track Coach* (1), 5769-5775.
- Coh, M. & Jost, B. 2005. A Kinematic model of rotational shot-put technique. ISBS - Conference, 2005. Beijing, China.
- Coh, M. & Stuhlec, S. 2005. 3-D kinematic analysis of the rotational shot put technique. *New studies in Athletics*, 20 (3), 57-66.
- Costill, D.L., Daniels, J., Evans, W., Fink, W., Krahenbuhl, G. & Saltin, B. 1976. Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes. *Journal of Applied Physiology*, 40 (2), 149-154.
- Coyle, E., Bell, S., Costill, D. & Fink, W. 1978. Skeletal muscle fiber characteristics of world class shot-putters. *Research quarterly*, 49 (3), 278-284.
- Cribb, P.J. & Havas, A. 2006. Effects of supplement timing and resistance exercise on skeletal muscle hypertrophy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38 (11), 1918-1925.
- Devall, D. 2015. IAAF CESC level 2 event specific theory shot technical model progression related to multi-events development. Viitattu 29.9.2016.
- Faber, M., Spinnler-Benade, A.J, and Daubitzer, A. 1990. Dietary intake, anthropometric measurements and plasma lipid levels in throwing field athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 140-145.
- Georgiadis, G. Karampatsos, G. Kyriazis, T. & Terzis, G. Shot put performance and muscular strength. University of Athens, Greece. Viitattu 29.9.2016.
- Haaranen, J. Kiekonheitto. 2004. PB-printing Oy: Suomen Urheiluliitto.
- Hargreaves, M., Hawley, J.A., and Jeukendrup, A. 2004. Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion: effects on metabolism and performance. *Journal of Sports Sciences*, 22, 31-38.
- Haverinen, M. 2007. Kansainvälinen tutkimuspalsta. *Huippu-Urheilu-Uutiset* 3/2007. Referointi artikkelista: Peng, H., Peng, H. & Huang, C. 2005. Electromyographic analyses of standing shot put throw. XXth Congress of the International Society of Biomechanics. 31.7.-5.8.2005 Cleveland, Ohio. Tiivistelmä.
- Haverinen, M. 2008. Kuulantönnön Biomekaaninen analyysi Atenaan olympialaisista. *Huippu-Urheilu-Uutiset* 3/2008. Referointi artikkelista: Ariel, G., Penny, A., Probe, J. & Finch, A. 2005. Biomechanical Analysis of the Shot Put Event at the Athens 2004 Olympic Games. Congress of the International Society of Biomechanics in Sports, Beijing, China.
- Hay, J.G. 1993. *The Biomechanics of Sports Techniques*. 4. painos. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Hegerr, W. 1974. Is the rotation technique better? *Track Technique*, 58, 1849.

- Houtkooper, L., Abbot, J. & Nimmo, M. 2007. Nutrition for throwers, jumpers and combined events athletes. *Journal of Sports sciences* 2009, 27(6):667.
- Hulmi, J.J., Kovanen, V., Selänne, H., Kraemer, W.J., Häkkinen, K. & Mero A.A. 2009. Acute and long-term effects of resistance exercise with or without protein ingestion on muscle hypertrophy and gene expression. *Amino Acids*, 37 (2), 297-308.
- Hulmi, J. & Ahtiainen, J. 2016. Ravintosuositukset lihasmassan kasvattamiseen. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. (toim) *Huippu-urheiluvalmennus*. 1.painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, 195 - 197.
- Ilander, O. 2014. *Liikuntaravitsemus - tehoa, tuloksia ja terveyttä ruuasta*. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, 120 - 125, 207 - 233.
- Judge, L., Burke, J., Patrick, T., Guidry, T., Hoover, D., Wanless, E. & Bellar, D. 2015. Effects of wrist wraps on throwing distance in highly skilled shot put athletes. *The International journal of performance analysis in sport*, 15, 343-358.
- Kalaja, S. *Taitoharjoittelu*. 2016. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. *Huippu-urheiluvalmennus - teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa*. 1. painos. Lahti. VK-kustannus.
- Karlsson, C. Sven Lang: "Kuulantyöntö on nopeuslaji". *Huippu-urheilu-uutiset*, 4/2011.
- Krieger, J. 2010. Single vs. Multiple Sets of Resistance Exercise for Muscle Hypertrophy: A Meta-Analysis. *Journal of strength and conditioning research*, 24 (4), 1150-1159.
- Kyriazis, T., Terzis, G., Boudolos, K. & Georgiadis, G. 2009. Muscular power, neuromuscular activation, and performance in shot put athletes at preseason and at competition period. *Journal of strength and conditioning research*, 23(6), 1773 - 1779.
- Landolsi, M., Bouhlel, E., Zarrouk, F., Lacoutue, P. & Tabka, Z. 2014. The relationships between led power and shot-put performance in national-level athletes. *Isokinetics and Exercise Science*, 22, 55-61.
- Linthorne, N. 2001. Optimum release angle in the shot put. *Journal of Sports Sciences*, 19(5), 359-372.
- Lichtenberg, D.B. & Wills, J.G. 1978. Maximizing the range of the shot put. *American Journal of Physics*, 46, 546-549.
- Liponski W. 2003. *World Sports Encyclopedia*. MBI.
- Luhtanen, P., Blomqvist, M. & Vääntinen, T. 1997. A comparison of two elite shot putters using the rotational shot put technique. *New Studies in Athletics*, 12 (4) 25-33.

- Maughan, R. J. & Burke, L.M. 2002. Fuels used in exercise: carbohydrate and fat. In: Handbook of Sports Medicine and Science: Sports Nutrition (edited by R.J. Maughan and L.M. Burke), Sivut 15-25. Malden: Blackwell Publishing.
- Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. 2007. Urheiluvalmennus. 2.painos. Lahti: VK-kustannus.
- Mero, A. 2016. Erikoisravinto. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. (toim) Huippu-urheiluvalmennus. 1.painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, 178 - 194.
- Morrow, J., Disch, J., Ward, P., Donovan, T., Katch, F., Weltman, A. & Telhez, T. 1982. Anthropometric, strength, and performance characteristics of American world class throwers. Journal of sports medicine and physical fitness, 22 (1), 73-79.
- National Research Council. Bransford, J. Brown, A. Gelman, R. Glaser, R. Greenough, W. Ladson-Billings, G. Means, B. Mestre, J. Nathan, L. Pea, R. Peterson, P. Rogoff, B. Romberg, T. Wineburg, S. 2004. Miten opimme - aivot, mieli kokemus ja koulu. WS Bookwell Oy.
- Ojala, A., Laaksonen, M. & Arjanne, L. 2016. Ruokailun toteuttaminen. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. (toim) Huippu-urheiluvalmennus. 1.painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, 164 - 170.
- Pasiakos, S.M., McLellan, T.M. & Lieberman, H.R. 2015. The effects of protein supplements on muscle mass, strength, and aerobic and anaerobic power in healthy adults: a systematic review. Sports Medicine, 45 (1), 111-131.
- Pietraszewska, J. 2004. Body build differentiation in athletes illustrated by multivariate methods. Human Movement, 5 (1), 19-26.
- Plisk, S. & Stone, M. 2003. Periodization Strategies. Strength and Conditioning Journal, 25 (6), 19-37.
- Pyka, I. 1991. Rotational shot put. National strength and conditioning association journal, 13 (1), 6-9.
- Rooney, K., Herbert, R. & Balnave, R. 1994. Fatigue contributes to the strength training stimulus. Medicine and science in sports and exercise, 26 (9), 1160-1164.
- Savelbergh, G., Kamper, W., Rabijs, J., Koning, J & Schöllhorn, W. 2010. A new method to learn to start in speed skating: A differential learning approach. International journal of sport psychology, 41 (4), 415-427.
- Schoenfeld, B. 2013. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. Sports medicine, 43 (3), 179-194.
- Schiaffino, S., Dyar, K., Ciciliot, S., Blaauw, B. & Sandri, M. 2013. Mechanisms regulating skeletal muscle growth and atrophy. Federation of european biochemical societies, 280, 4294-4314.

- Schott, J., McCully, K. & Rutherford, O. 1995. The role of metabolites in strength training. II. Short versus long isometric contractions. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 71 (4), 337-341.
- Suomen Urheiluliitto ry. 2014. Yleisurheilun kansainväliset säännöt. Ensimmäinen painos. Viitattu 22.10.2016.
- Suomen Liikunta ja Urheilu SLU ry: Kansallinen liikuntatutkimus 2009-2010, Lapset. SLU:N julkaisusarja 7/2010. Viitattu 28.10.2016.
- Suomen Liikunta ja Urheilu SLU ry: Kansallinen liikuntatutkimus 2009-2010, Aikuiset. SLU:N julkaisusarja 6/2010. Viitattu 28.10.2016.
- Richter, E., Mikines, K., Galbo, H., & Kiens, B. 1989. Effect of exercise on insulin action in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 66, 876-885.
- Räntilä, A. 2015. Yleisurheilun heittolajien fyysiset suorituskykyvaatimukset käytännön kenttätesteissä ja niiden vaikutus kilpailutuloksiin. Opinnäytetyö.
- Tarnopolsky, M. 2004. Protein requirements for endurance athletes. *Nutrition*. 20, 662-668.
- The Robinson library. Viitattu 15.1.2017. Robinsonlibrary.com
- Tilastopaja.net. 2016. Suomen tilasto 2016. Viitattu 28.10.2016. <http://www.tilastopaja.net/fi/>
- Terzis, G., Georgiadis, G., Vassiliadou, E. & Manta, P. 2003. Relationship between shot put performance and triceps brachii fiber type composition and power production. *European journal of applied physiology*, 90, 10–15.
- Terzis, G., Karampatsos, G. & Georgiadis, G. 2007. Neuromuscular control and performance in shot-put athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 47 (3), 284-290.
- Terzis, G., Spengos, K., Kavouras, S., Manta, P. & Georgiadis, G. 2010. Muscle Fibre type composition and body composition of hammer throwers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9 (1), 104-109.
- Terzis, G., Kyriazis, T., Karampatsos, G & Georgiadis, G. 2012. Muscle strength, body composition, and performance of an elite shot-putter. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, (4): 394-396.
- Tipton, K. & Wolfe R. 2004. Protein and amino acids for athletes. *Journal of Sports Sciences*, 22, 65-79.
- Turk, M. 1997. Building a technical model for the shot put. *Track Coach*, 141, 4489-4499.
- Vecchio, D., Muller-Karger, C. & Salazar, E. 2012. Biomechanical study of the shot put and analysis of the flight phase. 12th Pan-American Congress of Applied Mechanics January 02-06, 2012, Port of Spain, Trinidad.
- Yrjölä, M. 2000. Suomalainen Kuulantyöntö. Lahtiprint - Lahti.

- Young, M. 2007. Biomechanics of the glide shot put. *Track Coach*, 180, 5743-5751.
- Young M, Li L. 2005. Determination of critical parameters among elite female shot putters. *Sport Biomechanics*, 4 (2), 131-148.
- Zaras, N., Stasinaki, A-N., Krase, A., Methenitis, S., Karampatsos, G., Georgiadis, G., Spengos, K. & Terzis, G. 2014. Effect of tapering with light vs. heavy loads on track and field throwing performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 28 (12), 3484-3495.
- Zatsiorsky, V.M., Lanka, G.E. & Shalmanov, A.A. 1981. Biomechanical analysis of shot putting technique. *Exercise and Sport Science Reviews*, 9, 353-389.
- Zatsiorsky, V. & Kraemer, W. 2006. *Science and Practice of Strength Training*. 2. painos. Human Kinetics.