

**SADAN METRIN LAJIANALYYSI: ERITYISESTI
BIOMEKANIikka JA VALMENNUSSEN OHJELMOINTI**

Olli Okkonen

Valmennus- ja testausoppi

Valmentajaseminaarityö

VTE.A008

Kevät 2009

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työnohjaaja: Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Okkonen, Olli. Sadan metrin lajiansalyysi: erityisesti biomekaniikka ja valmennuksen ohjelmointi. Valmennus- ja testausoppi, VTE.A008. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, s. 66. 2009.

Biomekaniikka. Sadan metrin juoksu voidaan jakaa ainakin neljään vaiheeseen: telinevaihe, kiihdytysvaihe, maksiminopeuden vaihe ja hidastumisvaihe. Telinevaiheen voimantuottoaika hyvillä pikajuoksijoilla on yleensä 310 – 370 ms, josta etujalka osallistuu voimantuottoon lähes koko ajan ja takajalka noin 120 – 180 ms. Eri tutkimuksissa etujalan polvikulman keskiarvoiksi on saatu 89 – 111 ° ja takajalan 118 – 136 °. Hyvien ja keskitason juoksijoiden polvikulmissa valmiit-asennossa ei ole huomattu olevan merkittävää eroa. Lonkkakulmissa valmiit-asennossa sen sijaan näyttäisi olevan eroa hyvien ja keskitason pikajuoksijoiden välillä, niin että hyvät juoksijat käyttäisivät pienempiä lonkkakulmia (etujalka 41 ° ja takajalka 80 °) kuin keskitason juoksijat (vastaavat kulmat 52 ° ja 89 °). (Harland & Steele 1997.) Meron (1988) tutkimuksessa lonkkakulmat olivat vielä hieman pienempiä: 39 ° ja 77 °.

Ensimmäisten askelten kontaktiajoiksi eri tutkimuksissa on saatu 160 – 200 ms ensimmäiselle kontaktille, 139 – 181 ms toiselle kontaktille, 129 – 159 ms kolmannelle kontaktille ja 130 – 135 ms neljännelle kontaktille. Lentoajat ensimmäisillä askeleilla vaihtelevat noin 40 – 100 ms:n välillä ja yleistrendinä voi pitää lentoajan kasvua askel askeleelta. Maksiminopeuden vaiheessa kontaktiajat huippujuoksijoilla ovat noin 80 – 90 ms ja lentoajat noin 120 – 140 ms. Eli juoksun alkuvaiheessa suurin osa askeleeseen kuluneesta ajasta kuluu maakontaktin aikana ja maksiminopeuden vaiheessa puolestaan lentovaiheen aikana. (mm. Harland & Steele 1997.)

Juoksunopeus on askelfrekvenssin ja -pituuden tulo. Askel koostuu kontaktivaiheesta ja sitä seuraavasta lentovaiheesta. Kontaktivaihe puolestaan sisältää jarrutus- ja työntövaiheen. Jarrutusvaiheen aikana vauhti hidastuu sen aikana tuotetun horisontaalisen jarrutusimpulssin verran ja työntövaiheen aikana vauhti puolestaan kiihtyy sen aikana tuotetun horisontaalisen työntöimpulssin verran. Suurimmat horisontaaliset työntöimpulssit tuotetaan telinevaiheessa ja tästä lähtien työntöimpulssi pienenee askel askeleelta maksiminopeuden (tai vakionopeuden) saavuttamiseen asti. Horisontaaliset jarrutusimpulssit puolestaan ovat minimaalisia ensimmäisillä askeleilla, mutta kasvavat maksiminopeuden (tai vakionopeuden) saavuttamiseen asti. Maksiminopeuden vaiheelle ovat tyypillisiä suuret vertikaalivoimat ja pienet horisontaalivoimat.

Huippupikajuoksijoilla askelfrekvenssi vaihtelee 4,5 – 5 Hz välillä ja askelpituus noin 2,35 – 2,60 m välillä maksiminopeudessa. Esimerkiksi Usain Boltilla askelfrekvenssi ja -pituus olivat 4,69 Hz ja 2,60 m maksiminopeudessa ME-juoksussa (9,69 s) ja Maurice Greenellä omassa ME-juoksussaan (9,79 s) 5,05 Hz ja 2,37 m. Nopeinta maksiminopeutta sallituissa oloissa on juossut Usain Bolt juuri ME-juoksussaan (12,2 m/s; 43,9 km/h; 10 m:n lentävä: 0,82 s). Naisissa suurimman maksiminopeuden (10,87 m/s; 39,1 km/h; 10 m:n lentävä: 0,92) on puolestaan saavuttanut kirjallisuuden mukaan Marion Jones. Huippumiespikajuoksijat saavuttavat huippunopeuden yleensä 50 – 60 m:n tai 60 – 70 m:n välillä. Naiset puolestaan 40 – 50 m:n tai 50 – 60 m:n välillä. Maksiminopeus korreloi erittäin hyvin loppuajan kanssa ($r \approx -0,96$). (mm. Ito ym.

2008.)

Tutkimustulosten mukaan huippunopeutta pidetään yleensä yllä vain kohtalaisen lyhyen matkan (10 – 20 m). Nopeuskäyrän tarkkaan mittaamiseen video- ja tutkalaitteistolla liittyy kuitenkin oma virheprosenttinsa. Siten aivan tarkkoja määritelmiä, mitkä ovat huippunopeuden vaiheen rajat, ei ole olemassa. Usain Bolt piti huippunopeuttaan yllä noin 30 m (ME-juoksu) ja olisi mahdollisesti pystynyt pitämään pitempäänkin. Vertaamalla huippunopeutta ja viimeisen 10 m:n aikaista nopeutta voidaan laskea hidastumisprosentti. Osakan MM-kisojen (2007) viidellä miesfinalistilla hidastumisprosentti vaihteli 1,8 – 8,1 % välillä, kun taas Sevillan MM-kisojen (1999) miesfinalisteilla hidastumisprosentti oli 2,3 – 5,6 %. Osakan MM-kisoissa naisten hidastumisprosentit olivat 6,1 – 9,3 % ja Sevillan MM-kisoissa 3,1 – 7,8 %. Hidastumisprosentilla näyttäisi kuitenkin olevan vain pieni vaikutus lopputulokseen, toki sillä voi olla merkitystä loppusijoituksen kannalta. (mm. Matsuo ym. 2007.)

Fysiologia. Lajeissa, joissa tarvitaan lyhytkestoista maksimaalista voimantuotto-nopeutta, kuten 60 m:n pikajuoksussa, suurin osa energiasta saadaan adeniini-trifosfaatista (ATP:sta) ja kreatiinifosfaatista (välittömät energian lähteet). Kuitenkin jo 100 m:n matkalla ATP:n tuottamiseen tarvitaan anaerobista glykolyysiä. Tutkimusten mukaan on arvioitu, että 100 m:n matkalla kreatiinifosfaatin ja anaerobisen glykolyysin osuudet ovat kumpikin 50 % tuottaessa ATP:tä lihasten työhön (Newsholme ym. 1992, 173).

Huippupikajuoksija. Pekingin olympialaisten 100 m:n miesfinalistien pituuksien ja painojen keskiarvot olivat 1,84 m ja 80 kg. Vastaavat arvot naisfinalisteilla olivat 1,66 m ja 59 kg. Suomen kaikkien aikojen tilastokärkien (kahdeksan urheilijaa) pituuksien ja painojen keskiarvot olivat samaa luokkaa: miehillä 1,80 m ja 77 kg ja naisilla 1,69 m ja 57 kg.

Valmennuksen ohjelmointi. Tutkiessani kansainvälisten ja kansallisten huippujen valmennuksen ohjelmointia ja harjoittelua tämän lajiansalyysin puitteissa, kävi ilmi, että etenkin kansallisten huippujen harjoitteluohjelmista löytyi suuria vaihteluja. Yksi syy tähän on tosin se, että kansallisten huippujen harjoitteluohjelmat olivat tarkempia ja näin ollen erojen löytäminen oli helpompaa. Jarkko Ruostekivi (2005) esimerkiksi aloitti piikkarivedot vasta joulukuussa, kun taas Markus Pöyhönen (2001 – 2002) piti yllä korkeaa nopeuden tasoa ympäri vuoden (ei yli 4 % laskua maksiminopeudessa lentävällä lähdöllä mitatussa 20 m:n ajassa) ja Tommi Hartosen (2000) peruskuntokauden harjoitusviikkoon sisältyi kolme hieman eri tehoista määräintervalliharjoitusta 100 – 300 m:n matkoilla. Myös voimaharjoittelussa löytyi eroja. Esimerkiksi Markus Pöyhönen teki voimaharjoittelua lähes pelkästään koneilla, kun taas muut käyttivät perinteistä vapaan tangon harjoittelua. Huippupikajuoksijoiden ohjelmointi on perusteiltaan samaa, mutta eroja löytyy yksilöllisessä toteutuksessa. Työn lopussa on esimerkkiohjelmointi kansallisen tason aikuispikajuoksijalle.

Avainsanat: Pikajuoksu, lajiansalyysi, biomekaniikka, pikajuoksuharjoittelu, valmennuksen ohjelmointi

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

1	JOHDANTO.....	5
2	PIKAJUOKSUN (100 M) BIOMEKANIikka	6
2.1	Teline- ja kiihdytysvaihe.....	6
2.1.1	Polvi- ja lonkkakulmat.....	6
2.1.2	Kontakti- ja lentoajat.....	7
2.1.3	Kehon massakeskipisteen nopeus ensimmäisillä askeleilla.....	8
2.1.4	Huippuvoimat.....	8
2.1.5	Impulssi.....	9
2.1.6	Lihaskäivisuus.....	11
2.1.7	Askelpituudet ja -frekvenssit.....	12
2.1.8	Kiihdytysvaiheen väliajat huipuilla.....	13
2.1.9	Jalan kinematiikka kiihdytysvaiheessa.....	14
2.2	Maksiminopeuden vaihe.....	15
2.2.1	Kontakti- ja lentoajat.....	16
2.2.2	Reaktiovoimat ja impulssit.....	16
2.2.3	Esiaktiivisuus.....	16
2.2.4	Askelpituus- ja frekvenssi.....	16
2.2.5	Maksiminopeus.....	18
2.2.6	Jalkojen mekaniikka kontaktivaiheessa.....	19
2.2.7	Heilahtavan jalan liikkeet.....	21
2.2.8	Kontaktissa olevan jalan liikkeet.....	22
2.3	Hidastumisvaihe.....	23
3	PIKAJUOKSUN FYSIOLOGIA	25

4	HUIPPUPIKAJUOKSIJA.....	27	4
4.1	Huippupikajuoksijoiden pituudet ja painot.....	27	
4.1.1	Kansainvälinen taso.....	27	
4.1.2	Kansallinen taso.....	28	
4.2	Huippupikajuoksijan harjoittelu.....	29	
4.2.1	Kansainvälinen taso.....	29	
4.2.2	Kansallinen taso.....	33	
5	VALMENNUKSEN OHJELMOINTI.....	48	
5.1	Teoreettinen urheilija.....	48	
5.2	Peruskuntokausi.....	48	
5.3	Kilpailuun valmistava kausi.....	51	
5.4	Kilpailukausi.....	53	
6	POHDINTA.....	58	
7	LÄHTEET.....	63	

LIITE

1 JOHDANTO

Pikajuoksua ja etenkin pikajuoksun biomekaniikkaa on tutkittu vuosien varrella varsin paljon. Biomekaniikan tekee mielenkiintoiseksi se, että se pyrkii kertomaan esimerkiksi minkälaisia polvi- ja lonkkakulmia käytetään suorituksen ja askeleen eri vaiheissa ja minkälaisia kontakti- ja lentoaikoja sekä askelpituuksia ja -frekvenssejä tuotetaan suorituksen eri vaiheissa. Lisäksi mielenkiintoisia ovat muun muassa eri nivelillä tuotetut tehot tai eri lihasten aktiivisuus tietyssä vaiheessa suoritusta. Kaikki nämä edellä mainitut muuttujat antavat tietoa pikajuoksusuorituksesta ja tekniikasta.

Tämän lajiansalyysin tarkoituksena on analysoida pikajuoksua (100 m) ensisijaisesti biomekaniikan keinoin. Analyysi pyrkii kertomaan muun muassa minkälaisia ovat kontakti- ja lentoajat, askelpituudet ja -frekvenssit ja tekniikka kiihdytysvaiheessa ja maksiminopeuden vaiheessa. Lisäksi analyysistä löytyy muun muassa telinevaiheen ja ensimmäisten askelten impulsseja, huippuvoimia ja lihasaktiivisuuksia.

Analyysi sisältää biomekaanisten tietojen lisäksi myös hieman pikajuoksun fysiologiaa. Huippupikajuoksijaa käsittelevässä osiossa vertailen kansainvälisten ja kansallisten huippujen pituuksia ja painoja sekä kerron huippujen harjoittelusta. Ennen pohdintaa löytyy vielä tekemäni valmennuksen ohjelmointi teoreettiselle miespikajuoksijalle (100 m: 10,50 s ja 60 m: 6,75 s). Valmennuksen ohjelmointi sisältää muun muassa esimerkkiviikot peruskuntokaudelle, kilpailuun valmistavalle kaudelle ja kilpailukaudelle. Analyysi päättyy pohdintaan, jossa pohdin muun muassa 100 m:n tekniikkaa sekä lajin tilaa maailmalla ja Suomessa.

2 PIKAJUOKSUN (100 M) BIOMEKANIikka

2.1 Teline- ja kiihdytysvaihe

2.1.1 Polvi- ja lonkkakulmat

On väitetty, että mitä vahvempi pikajuoksija sitä pienemmiltä nivelkulmilta hän pystyy suorittamaan lähtönsä. Ideana tässä on se, että vahvemmat juoksijat pystyvät hyödyntämään nivelten pidemmän ojentumismatkan ja näin saamaan suuremman lähtönopeuden telineistä. Kuitenkin esimerkiksi Ben Johnsonilla polvikulmat olivat keskiarvotaso (etujalan polvi 104° ja takajalan polvi 130°). Eri tutkimuksissa etujalan polvikulman keskiarvoiksi on saatu $89 - 111^\circ$ ja takajalan $118 - 136^\circ$. Hyvien ja keskitason juoksijoiden polvikulmissa valmiit-asennossa ei ole huomattu olevan merkittävää eroa. (Harland & Steele 1997.)

Lonkkakulmissa valmiit-asennossa sen sijaan näyttäisi olevan eroa hyvien ja keskitason pikajuoksijoiden välillä, niin että hyvät juoksijat käyttäisivät pienempiä lonkkakulmia (etujalka 41° ja takajalka 80°) kuin keskitason juoksijat (vastaavat kulmat 52° ja 89°) (Harland & Steele 1997). Meron (1988) tutkimuksessa (8 miestä, 100 m: $10,79 [+/- 0,21$ s]) lonkkakulmat olivat vielä hieman pienemmät: 39° ja 77° . Harlandin ja Steelen (1997) mukaan paremmat pikajuoksijat mahdollisesti lisäävät näin lonkanojentajiin kohdistuvaa venytystä ja ehkä näin parantavat lonkanojentajien voimantuottoa muuttamalla lonkanojentajien pituutta voimantuotolle edullisemmaksi. (Harland & Steele 1997.) Toisaalta vaikka lihaksen voimantuotto-ominaisuudet eivät juuri muuttuisikaan lisävenytyksen seurauksena, tulee pienemmiltä kulmilta lähtijöille pidempi nivelen ojentumismatka ja näin ollen he mahdollisesti saavuttavat suuremman lähtönopeuden. Lähtönopeuteen vaikuttaa telineisiin tuotettu impulssi (= voima-aikakäyrän pinta-ala), sillä nopeuden muutos (kontaktin aikana) saadaan laskettua jakamalla impulssi kehon massalla. Tosin impulssista laskettu nopeuden muutos ei huomioi ilmanvastusta. Pitempään ojentumiseen saattaa kulua toki enemmän aikaa ja näin ollen telinevaiheen aika / telineaika (vaihe, jonka aikana telineisiin tuotetaan voimaa) kasvaa. Telineasetuksissa kannattaneekin pyrkiä sellaisiin säätöihin, että

verrattain lyhyellä voimantuotolla saavutetaan kohtalaisen suuri lähtönopeus.

2.1.2 Kontakti- ja lentoajat

Telineaika (telineisiin kohdistuvan voimantuoton alusta voimantuoton loppuun kulunut aika) hyvillä pikajuoksijoilla on keskimäärin 310 – 370 ms, josta takajalka tuottaa voimaa noin 120 – 180 ms. Keskimääräinen kontaktiaika ensimmäisellä askeleella huippumiesjuoksijoilla näyttäisi olevan 160 – 194 ms ja toisella askeleella 150 – 181 ms. Vastaavat lentoajat ovat 60 – 70 ms ja 44 – 90 ms, joten ensimmäisten askelten aikana suuri osa ajasta kuluu kontaktivaiheessa. (Harland & Steele 1997.)

Coh ym. (2007) tutkivat telinevaiheen ja ensimmäisen kahden askeleen voimantuottoa ja lihasaktiivisuuksia. Tutkimuksessa koehenkilönä oli 100 m:n naisaitajuoksija (ennätys: 13,19). Hänen telineaikansa oli keskimäärin 365 ms (etujalka) ja takajalan voimantuottoaika 186 ms. Hänen ensimmäinen lentoaikansa oli 82 ms ja toinen 101 ms. Ensimmäiset kontaktiajat olivat 168 ms ja 139 ms.

Salo ym. (2005) tutkivat telinelähdön jälkeisten neljän ensimmäisen askeleen voimantuottoa ja kontakti- ja lentoaikoja. Heidän koehenkilönään oli miespikajuoksija (100 m: 10,80). Hänen kontaktiaikansa olivat 200 ms, 173 ms, 159 ms ja 135 ms. Lentoajat (1. ja 2., 2. ja 3. askeleen jne. välinen lentoaika) olivat puolestaan 45 ms, 58 ms, 74 ms ja 81 ms.

Coh ym. (2006) tutkivat Matic Osovnicharin lähtökiihdytyksen kinemaattisia muuttujia 20 m:n matkalta (telinelähtö lähetyksellä). Parhaan juoksun (2,98 s) arvot (mm. askelpituudet ja -frekvenssit) näkyvät taulukosta 1. Taulukosta 1 nähdään että kontaktiaika lyhenee kiihdytyksen edetessä ja vastaavasti lentoaika kasvaa.

TAULUKKO 1. Parhaan juoksun (2,98 s) muuttujien (kontakti-aika, lentoaika, frekvenssi, askelpituus ja kehon massakeskipisteen nopeus) arvot askelittain. (Coh ym. 2006).

Step	Ground contact time [s]	Flight time [s]	(Step) frequency [Hz]	Step length [cm]	TBCG velocity [m/s]
1	---	---	---	103	---
2	0.178	0.037	4.7	105	4.88
3	0.179	0.080	3.9	136	5.25
4	0.129	0.092	4.5	140	6.33
5	0.13	0.092	4.5	155	6.98
6	0.129	0.086	4.7	164	7.63
7	0.13	0.098	4.4	177	7.76
8	0.117	0.111	4.4	192	8.42
9	0.111	0.117	4.4	189	8.29
10	0.098	0.111	4.8	196	9.38
11	0.105	0.123	4.4	208	9.12
12	0.104	0.111	4.7	214	9.95
13	0.105	---	---	---	---
A	0.126	0.100	4.4	166	7.62
SD	0.024	0.021	0.16	39.09	1.64

2.1.3 Kehon massakeskipisteen nopeus ensimmäisillä askeleilla

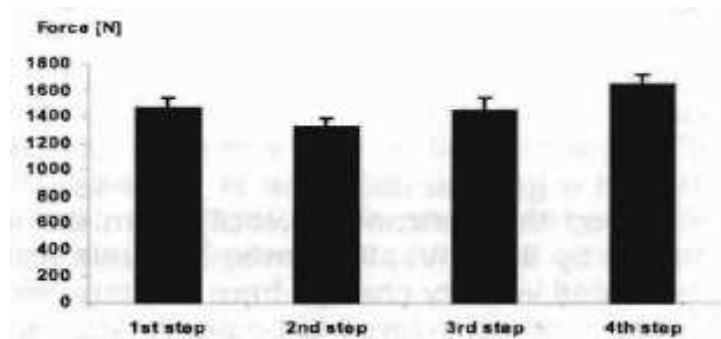
Resultanttinopeutta telinevaiheen lopussa kutsutaan telinenopeudeksi. Hyvillä pikajuoksijoilla (100m: 10,02 – 10,79 s) telinenopeuden on raportoitu olevan 3,46 – 3,94 m/s ja heikommilla pikajuoksijoilla (11,5 – 11,85 s) n. 2,95 m/s. Yleisesti ottaen telinenopeus kasvaa telineisiin kohdistuneen voiman kasvaessa. Ensimmäisen askeleen jälkeiseksi horisontaalinopeudeksi hyvillä pikajuoksijoille on raportoitu 4,65 – 5,16 m/s ja toisen askeleen 5,7 m/s. Hyvillä juoksijoilla on havaittu olevan myös vähemmän horisontaalista vauhdin laskua ensimmäisten askelten aikana. (Harland & Steele 1997.) Cohin ym.:den (2007) tutkimuksen koehenkilöllä (nainen) telinenopeus oli 2,84 m/s, ensimmäisen askeleen jälkeinen nopeus 4,03 m/s ja toisen askeleen jälkeinen nopeus 4,78 m/s.

2.1.4 Huippuvoimat

Hyville juoksijoille telineisiin tuotetuksi maksimaaliseksi horisontaalivoimaksi on raportoitu 1186 – 1224 N, vertikaalivoimaksi 766 – 958 N ja resultanttivoimaksi 1426 – 1555 N. Etujalan tuottamaksi maksimiresultanttivoimaksi hyvillä miespikajuoksijoilla on raportoitu 874 – 1230 N ja maksimi horisontaalivoimaksi jopa 1062 N. Takajalan

tuottama maksimiresultanttivoima vaihtelee hyvillä miespikajuoksijoilla 535 – 1785 N välillä. Huipuille on mitattu jopa yli 1400 N takajalan tuottamaksi maksimihorisontaalivoimaksi. (Harland & Steele 1997.) Cohin ym.:den (2007) tutkimuksessa koehenkilön tuottama maksimivoima etujalalla telineisiin oli 1023 N ja takajalalla 628 N (ilmeisesti resultanttivoimia).

Salon ym.:den (2005) tutkimuksessa 1. – 4. askeleen työntövaiheen maksimihorisontaalivoimat olivat: 852 N, 709 N, 704 N ja 751 N. Vastaavat voimat jarrutusvaiheessa olivat: -215 N, -348 N, -421 N ja -672 N. Ensimmäisten askelten vertikaalivoimat näkyvät kuvasta 1.



KUVA 1. Ensimmäisen neljän askeleen maksimivertikaalivoimat. (Salo ym. 2005).

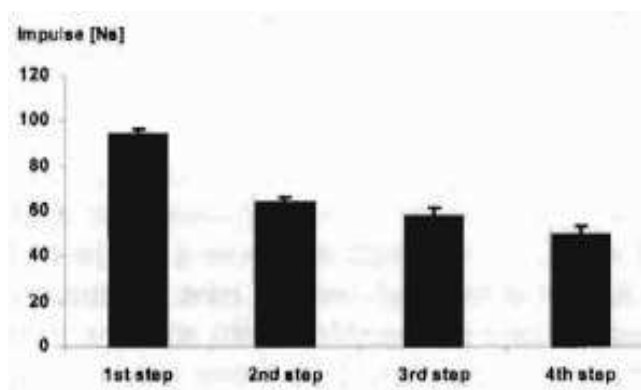
Ensimmäisen askeleen suurehkon vertikaalivoiman mahdollinen selitys voisi olla se, että koehenkilön telinelähtö oli sellainen, että hän tarvitsi paljon tukea ensimmäisellä askeleella. Toisesta askeleesta alkanut asteittainen vertikaalivoimien nousu on todennäköisesti vastuullinen lentoajan kasvusta (ja täten myös askelpituuden kasvusta). (Salo ym. 2005.)

2.1.5 Impulssi

Impulssi on voima-aikakäyrän pinta-ala. On todettu, että mitä suurempi horisontaali-impulssi telineisiin tuotetaan, sitä parempi lähtö saadaan aikaiseksi. Toki suuret horisontaali-impulssit ovat tärkeitä myös telineistä irtoamista seuraavilla askeleilla. Hyvillä sprinttereillä (100 m: 10,8 s) horisontaali-impulssiksi telinevaiheessa on mitattu

n. 234 Ns ja vertikaali-impulssiksi 172 – 231 Ns. Keskitason sprinttereillä (100 m: 11,5 s) vastaavat arvot olivat n. 195 Ns ja n. 178 Ns. Toisessa tutkimuksessa nopeat pikajuoksijat pystyivät tuottamaan suuremman horisontaali-impulssin kuin heikkotasoisemmat: 263 Ns vs. 214 Ns. (Harland & Steele 1997.) Meron (1988) tutkimuksessa (8 miestä, 100 m: 10,79 [+/- 0,21 s]) telineisiin tuotettu horisontaali-impulssi oli keskimäärin 223 Ns ja vertikaali-impulssi 173 Ns. Samassa tutkimuksessa ensimmäisen askeleen jarrutusvaiheen aikana horisontaali- ja vertikaali-impulssit olivat pieniä (-3 ja 3 Ns) ja työntövaiheen aikana 90 Ns ja 74 Ns. Cohin ym.:den (2007) tutkimuksessa koehenkilön tuottama impulssi etujalalla telineisiin oli 138 Ns, takajalan 72 Ns ja kokonaisimpulssi 210 Ns (ilmeisesti resultantti-impulsseja).

Salon ym.:den (2005) tutkimuksessa neljän ensimmäisen askeleen jarrutusvaiheen horisontaali-impulssit olivat: -1,5 Ns; -2,9 Ns; -2,9 Ns ja -4,8 Ns. Nettohorisontaali-impulssit näkyvät kuvasta 2.



KUVA 2. Ensimmäisen neljän askeleen nettohorisontaali-impulssit. (Salo ym. 2005).

Kuten kuvasta nähdään, nettohorisontaali-impulssi laskee asteittain. Täten myös kunkin askeleen aiheuttama nopeuden muutos laskee eli kiihtyvyys laskee. Nettohorisontaali-impulssin pienenemiseen vaikuttanee jarrutushorisontaali-impulssin kasvu, työntöhorisontaali-impulssin lasku ja kontaktiajan lyhentyminen ja kaikki nämä lienevät seurausta juoksunopeuden kasvusta. (Salo ym. 2005.)

2.1.6 Lihasaktiivisuus

Tutkittaessa viiden alaraajan lihaksen aktiivisuutta telinelähdössä on havaittu, että takajalan gluteus maximus -lihaksella on lyhyin esimotorinen aika (aika ärsykkeestä lihasaktiivisuuden alkuun) 74 ms. Tästä voidaan päätellä, että kyseinen lihas on tärkeässä roolissa telinelähdön alkuvaiheen voimantuotossa. Toisen tutkimuksen mukaan, jossa tosin ei tutkittu gluteus maximus -lihaksen aktiivisuutta, jalanlihakset aktivoituvat seuraavassa järjestyksessä: biceps femoris, quadriceps femoris ja pohkeen lihakset. Vastus medialis -lihaksen on havaittu olevan aktiivisempi ensimmäisen askeleen aikana kuin maksimijuoksuvaiheen askeleen aikana. Voidaankin olettaa, että yhden nivelen yli kulkevat polvenojentajat ovat tärkeässä roolissa 100 m juoksun alkuvaiheessa. Etu- ja takajalan rectus femoris -lihakset toimivat telinevaiheessa aluksi polvenojentajina ja sitten lonkankoukistuksen aikana lonkankoukistajina (Harland & Steele 1997.)

Cohin ym.:den (2007) tutkimuksessa gluteus maximus -lihakset saavuttivat suurimman aktiivisuutensa telinevaiheen alussa. Etujalan aktiivisuus oli hieman suurempi ja se saavutti myös toisen huipun telinevaiheen lopussa. Koko ensimmäisen ja toisen kontaktin ajan kontaktissa olevan jalan gluteus maximus- lihas oli aktiivinen.

Rectus femoris -lihakset eivät olleet kovinkaan aktiivisia telinevaiheen alussa vaan saavuttivat huippunsa telinevaiheen lopussa. Myös ensimmäisen ja toisen kontaktin aikana, etenkin kontaktissa oleva jalka, saavutti huippunsa kontaktin loppuvaiheessa.

Takajalan vastus medialis ja vastus lateralis -lihakset (VM ja VL) olivat aktiivisia vain takajalan työntövaiheen alussa. Etujalan VM ja VL olivat puolestaan aktiivisia koko telinevaiheen ajan. Ensimmäisen ja toisen kontaktin aikana VM ja VL lihakset olivat aktiivisia koko kontaktivaiheen ajan, tosin aktiivisuus oli suurempaa ensimmäisen askeleen aikana.

Takajalan biceps femoris -lihas (BF) on aktiivinen lähes koko takajalan työntövaiheen ajan ja saavuttaa telivaiheen huippunsa takajalan työntövaiheen puolella välissä. Etujalan BF on myös aktiivinen lähes koko työntövaiheen ja saavuttaa huippunsa puolestaan telinevaiheen toisen kolmanneksen aikana. Ensimmäisen ja toisen kontaktin

aikana BF:t saavuttivat huippunsa työntövaiheen aikana. BF:n tehtävänä on myös aktiivisesti liikuttaa jalkaa taaksepäin ennen kontaktia ja näin ollen vähentää jarrutuksen voimakkuutta.

Gastrocnemius -lihakset (GA) saavuttivat telinevaiheen huippunsa etu- ja takajalan työntövaiheen lopussa. Ensimmäisen ja toisen kontaktin aikana kontaktissa olevan jalan GA oli aktiivinen koko kontaktin ajan ja saavutti huippunsa noin kontaktin puolessa välissä.

Etenkin GM, VM, VL ja BF näyttäisivät olevan esiaktiivisia ennen ensimmäistä ja toista kontaktia eli aktivoituvan ennen kontaktia. Koehenkilön GA oli varsin aktiivinen ennen ensimmäistä kontaktia, mutta toista kontaktia edeltävä aktiivisuus oli pienempää (puutteellista). Riittävä esiaktiivisuus on tärkeää, sillä se lyhentää kontaktiaikaa, tehostaa elastisen energian käyttöä ja pienentää jarrutusvoimaa. Kontaktiaika lyhenee, koska lihasjäykkyys lisää niveljäykkyyttä ja näin ollen aikaa ei kulu ”turhaan” nivelkulman muutokseen. Suurella lihasjäykkyydellä saadaan myös hyödynnettyä jänteiden elastista energiaa (Coh ym. 2007) ja todennäköisesti myös muiden elastisten osien elastista energiaa.

2.1.7 Askelpituudet ja -frekvenssit

Coh ym. (2006) tutkivat Matic Osovnicharin lähtökiihdytyksen kinemaattisia muuttujia 20 m:n matkalta (telinelähtö lähetyksellä). Parhaan juoksun (2,98 s) arvoja (mm. askelpituudet ja -frekvenssit) näkyvät taulukosta 1 (taulukko 1 löytyy ylempää luvusta 2.1.2). Ensimmäisen askeleen askelpituus kyseisessä tutkimuksessa tarkoitti käsittääkseni telineistä irtoamisen askelpituutta (etutelineen ja ensimmäisen maakontaktin välinen etäisyys). Koehenkilön nopeus hidastui ensimmäisen jarrutusvaiheen aikana selvästi (ei näy taulukossa) ja tutkijat päättelivätkin, että koehenkilön ensimmäisen askeleen askelpituus oli liian suuri.

Taulukosta 1 nähdään, että askelpituus kasvaa periaatteessa koko 20 m:n matkan. Askelfrekvenssissä kyseisellä koehenkilöllä ei tapahdu yhtä selkeitä muutoksia, sillä askelfrekvenssiin hän vaikuttaa kontakti- ja lentoajan summa. Koska kontaktiaika

lyhenee kiihdytyksen edetessä ja lentoaika puolestaan kasvaa, ei näiden summa muutu yhtä selvästi kuin esim. askelpituus.

Askelpituuteen vaikuttavia tekijöitä ovat mm.:

- Massakeskipisteen kontakti- ja lentovaiheen aikana kulkema matka
- Lentomatkaan vaikuttaa:
 - horisontaali- ja vertikaalinopeus kontaktin loppumishetkellä
 - ilmanvastus
 - massakeskipisteen korkeuden muutos lentovaiheen alkamisen ja sitä seuraavan kontaktivaiheen välillä

Askelfrekvenssiin vaikuttavia tekijöitä ovat mm.:

- Kontakti- ja lentoaika, joiden summa on askeleeseen kulunut aika (askelfrekvenssi on $1 / (\text{askeleeseen kulunut aika})$), esim. jos juoksijalla yhden askeleen kontaktiaika on 0,09 s ja lentoaika 0,12 s, on tämän kyseisen askeleen frekvenssi:
 $1 / (0,09 + 0,12) = 4,76 \text{ Hz}$.
- Kontaktiaikaan vaikuttaa:
 - horisontaalinen nopeus kontaktin aikana
 - massakeskipisteen kulkema matka kontaktin aikana
- Lentoaikaan vaikuttaa:
 - vertikaalinopeus kontaktin loppumishetkellä
 - ilmanvastus
 - massakeskipisteen korkeuden muutos lentovaiheen alkamisen ja sitä seuraavan kontaktivaiheen välillä

(Hunter ym. 2004.)

2.1.8 Kiihdytysvaiheen väliajat huipuilla

Yleisurheilun MM-kilpailuissa Osakassa 2007 miesten 100 m:n kärkikolmikosta Tyson Gay saavutti huippunopeutensa 60 – 70 m:n välissä ja Derrick Atkins ja Asafa Powell 50 – 60 m:n välissä. Naisten 100 m:n voittaja, Veronica Campbell, saavutti huippunopeutensa 50 – 60 m:n välissä. Sevillan MM-kisojen (1999) 100 m:n voittaja, Maurice Greene, saavutti huippunopeutensa 50 – 60 m:n välissä ja kisassa toiseksi

tullut, Bruny Surin, jo 40 – 50 m:n välissä. Muut finalistit saavuttivat huippunopeutensa 50 – 60 m:n välissä. Sevillassa naisten voittaja, Marion Jones, saavutti huippunopeutensa 50 – 60 m:n välissä, kuten kaksi muutakin finalistia. Viisi finalistia saavutti huippunopeutensa 40 – 50 m:n välissä. Osakan miesten 100 m kärkikolmikon ja 5. ja 6. ja naisten 1., 2., 4., 5. ja 6. väliajat 10 m:n välein ja 10 m:n ”splittien” keskinopeudet näkyvät liitteestä 1. Ehkä tuloksista voisi poimia sen, että Asafa Powell johti kisaa 60 m:in asti ja hänen 10 m:n, 30 m:n ja 60 m:n väliaikansa olivat: 1,88 s; 3,83 s ja 6,42 s. Vastaavat ajat Sevillan MM-finaalin (1999) voittajalla, Maurice Greenellä, olivat: 1,86 s; 3,81 s ja 6,39 s ja Pekingin olympialaisten (2008) voittajan, Usain Boltin, vastaavat ajat: 1,85 s; 3,78 s ja 6,32 s. Kaikkien aikojen kovimman 30 m:n väliajan on ilmeisesti juossut Maurice Greene vuonna 2001 (30 m: 3,75 s; 100 m: 9,82 s). Naisten Osakan 100 m:n mestarin, Veronica Campbellin, vastaavat ajat olivat: 2,01 s; 4,15 s ja 7,02 s ja Sevillan mestarin, Marion Jonesin: 1,95 s; 4,04 s; 6,85 s. Tuloksista nähdään että Usain Bolt ja Marion Jones juoksivat 60 m:ä voimassa olevia 60 m:n maailmanennätyksiä nopeammin (miesten ennätyksen haltija, Maurice Greene 6,39 s, ja naisten ennätyksen haltija, Irina Privalova, 6,92 s). Tuulet Pekingissä ja Sevillassa olivat 0,0 ja +0,1. (Matsuo ym. 2007; Ferro ym. 2001; Lee 2008.)

Kiihdytysvaiheen 30 m:n aika ja juoksun lopputulos korreloivat kohtalaisen hyvin keskenään, tosin eri ryhmien välillä korrelaatiokertoimissa oli eroja. Kun otoksena käytettiin Osakan MM-kisojen miesjuoksijoita ($n = 63$, 100 m: 9,85 s – 10,46 s), korrelaatiokerroin oli 0,555 ($p < 0,0001$). Naisjuoksijoiden ($n = 71$, 100 m: 10,99 s – 11,98 s) kohdalla korrelaatiokerroin oli 0,827 ($p < 0,0001$). Kun otoksena käytettiin Japanissa käytyjen kansainvälisten kisojen juoksujia, miehillä ($n = 101$, 100 m: 9,95 s – 10,91 s) korrelaatiokerroin oli 0,663 ($p < 0,0001$) ja naisilla ($n = 106$, 100 m: 11,05 s – 12,89 s) $r = 0,809$ ($p < 0,0001$). (Matsuo ym. 2007.)

2.1.9 Jalan kinematiikka kiihdytysvaiheessa

Yleisesti ajatellaan, että hyvällä pikajuoksijalla on tehokkaat lonkanojentajat ja että kontaktivaiheen aikana lonkanojentajat (etenkin takareiden lihakset ja gluteus maximus-lihas) määrittävät lonkan kulmakiinetyvyyden ja -nopeuden, liikuttavat tukijalan reittä

taaksepäin, tuottavat horisontaalisen työntöimpulssin ja tätä kautta kasvattavat juoksijan nopeutta (Hunter ym. 2004).

Hunter ym. (2004) pyrkivät selvittämään mitkä tekijät vaikuttavat kontaktissa olevan jalan kinematiikkaan (kulmanopeus, kulmakiihtyvyys) kiihdytysvaiheen aikana. Koehenkilönä oli neljä miespikajuoksijaa (100 m: 10,60 s – 10,97 s). Tutkimuksen kohteena ollut kontakti / askel oli noin 16 metrin kohdalla lähtöviivasta.

Koehenkilöiden keskimääräiset arvot nopeudelle, askelpituudelle ja -frekvenssille olivat 8,6 m/s; 1,96 m ja 4,4 Hz. Jalan nivelet saavuttivat huippuojentumisnopeutensa ylhäältä alaspäin eli ensimmäisenä huipun saavutti lonkka (n. 13 rad/s, n. 62 % kohdalla laskettuna kontaktin alusta), sitten polvi (n. 7 rad/s, n. 70 % kohdalla) ja viimeisenä nilkka (n. 20 rad/s, n. 80 % kohdalla).

Kontaktin ensimmäisen kolmanneksen aikana lonkanojennuksen kulmakiihtyvyydestä vastaa enimmäkseen lonkanojennusvääntömomentti. Toisen kolmanneksen aikana lonkan kulmakiihtyvyyteen vaikuttaa myös mm. polvenojennusvääntömomentti ja tällöin myös maahan kohdistuva työntövoima (horisontaalinen) kasvaa ja saavuttaa huippunsa noin toisen kolmanneksen lopussa. Näyttäisi siis siltä, että kiihdytysvaiheessa myös polvenojennuksella on suuri merkitys työntövoiman aikaan saamisessa. Viimeisen kolmanneksen aikana lonkkaan kohdistuu suuri lonkankoukistusvääntömomentti. Lonkka jatkaa kuitenkin ojentumista eli lonkankoukistajat toimivat eksentrisesti hidastaen lonkanojennusta ja oletettavasti valmistautuvat jalan eteenheilahdukseen. (Hunter ym. 2004)

2.2 Maksiminopeuden vaihe

Juoksunopeus on askelfrekvenssin ja askelpituuden tulo. Miesten ja naisten välillä ei ole eroa askelfrekvensseissä vaan ero juoksunopeudessa johtuu askelpituuksista. Askel koostuu kontakti- ja lentovaiheesta. Kontaktivaihe puolestaan koostuu jarrutus- ja työntövaiheesta. Jarrutusvaiheen ja todennäköisesti myös lentovaiheen aikana juoksijan nopeus hidastuu ja puolestaan työntövaiheen kasvaa. (Mero ym. 1992.) Toisin sanoen, jos nopeus hidastuu yhtä paljon lento- ja jarrutusvaiheen aikana kuin se kasvaa

työntövaiheen aikana, pysyy nopeus vakiona.

2.2.1 Kontakti- ja lentoajat

Kontaktiajat laskevat vauhdin kasvaessa ja ne ovat maksiminopeudessa 80 – 100 ms välillä. Lentoajat vaihtelevat 120 – 140 ms välillä. (Mero ym. 1992.) Jousteen (2005) mukaan huipuilla kontaktiajat voivat olla jopa alle 80 ms.

2.2.2 Reaktivoimat ja impulssit

Vakionopeutta juostessa vertikaali- ja horisontaalivoimien kasvu lisää juoksunopeutta. Yleensä maksiminopeutta juostessa vertikaalivoimat ovat suuria ja horisontaalivoimat pieniä molemmissa kontaktin vaiheissa (jarrutus ja työntö). (Mero ym. 1992.) Meron ym.:den (1987) tutkimuksessa mitattiin maksiminopeuden reaktivoimia 35 – 45 m:n kohdalla. Koehenkilöinä oli yhdeksän miespikajuoksijaa (100m: 10,79 s +/- 0,21 s). Maksimaaliseksi horisontaalivoimaksi jarrutusvaiheessa mitattiin keskimäärin 880 N ja työntövaiheessa 595 N. Vastaavat vertikaalivoimat olivat 2704 N ja 2356 N. Horisontaali- ja vertikaali-impulssit (keskivoima x voimantuottoaika) jarrutusvaiheessa olivat keskimäärin 15,4 Ns ja 89,7 Ns, ja vastaavat arvot työntövaiheessa 18,7 Ns ja 66,9 Ns.

2.2.3 Esiaktiivisuus

Pikajuoksussa kontaktia edeltää suuri esiaktiivisuus jalkojen lihaksissa. Esiaktiivisuus on noin 50 – 70 % kontaktin aikaisesta lihasaktiivisuudesta. Kontaktin alussa törmäysvoima on suuri ja tästä johtuen jalkojen ojentajalihasten aktiivisuus ennen kontaktia ja sen aikana on tärkeää. Esiaktiivisuus on tärkeätä myös, koska suurin reaktivoima saavutetaan 10 – 40 ms kontaktin alkamisen jälkeen ja tässä vaiheessa venytysrefleksin aiheuttama voimantuotto ei välttämättä ole vielä käytössä. Voidaan olettaa että suuri esiaktiivisuus ja refleksivaste ovat olennaisen tärkeitä lihasjäykkyyden säilyttämisessä kontaktin alussa. (Mero ym. 1992.)

2.2.4 Askelpituus- ja frekvenssi

Paruzel-Dyja ym. (2006) analysoivat Pariisin MM-kisojen (2003) 100 m:n kilpailijoiden **keskimääräiset** askelpituudet- ja frekvenssit **koko matkan ajalta** (taulukko 2). Heidän mukaansa ”nopeilla” miehillä askelpituudet olivat suurempia kuin ”hitailia” miehillä. ”Nopeat” miehet olivat myös keskimäärin hieman pidempiä. Naisten välillä eron nopeudessa teki puolestaan askelfrekvenssi, niin että ”nopeilla” naisilla askelfrekvenssi oli suurempi.

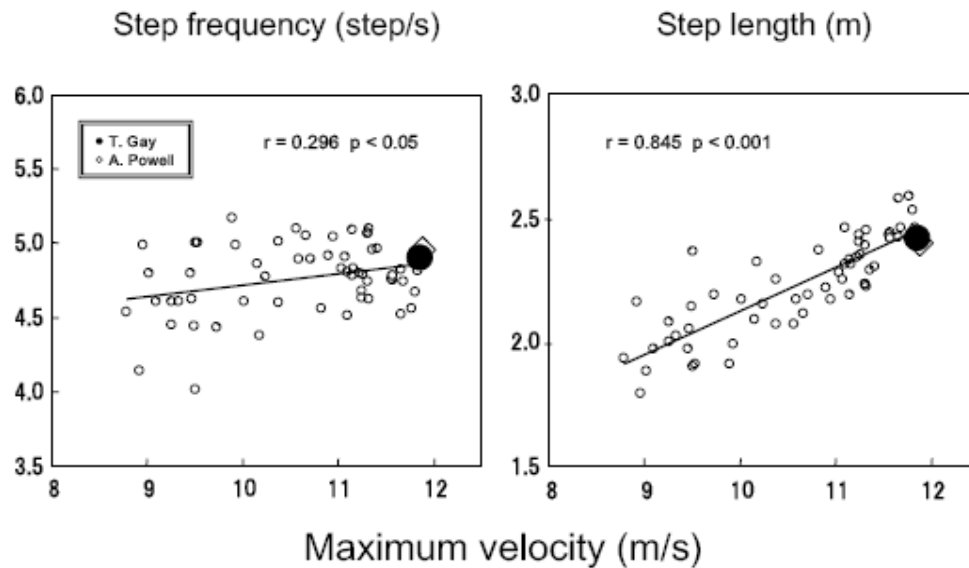
TAULUKKO 2. ”Nopeiden” ja ”hitaiden” juoksijoiden keskimääräiset askelpituudet ja - frekvenssit koko matkan ajalta. (Paruzel-Dyja ym. 2006).

Parameter	Women			Men		
	“Faster”	“Slower”	p	“Faster”	“Slower”	p
100-m race result (s)	11.11 ± 0.10	11.43 ± 0.16	0.001	10.15 ± 0.07	10.46 ± 0.20	0.001
Stride length (cm)	203.04 ± 7.41	203.20 ± 8.04	NS	219.31 ± 6.83	213.92 ± 7.12	0.01
Stride frequency (1/s)	4.44 ± 0.17	4.31 ± 0.17	0.01	4.49 ± 0.14	4.46 ± 0.15	NS
Height (cm)	166 ± 5.33	168.39 ± 5.89	NS	180.17 ± 4.5	177.79 ± 6.34	0.05

Osakan MM-kisoissa 60 m:n kohdalla, kun molemmat (Gay ja Powell) olivat ainakin lähes huippunopeudessa, Tyson Gayn askelpituus- ja frekvenssi olivat 2,42 m ja 4,90 Hz ja Asafa Powellin vastaavat 2,40 m ja 4,96 Hz. Gayn askelpituus suhteutettuna omaan pituuteen (1,83 m) oli 1,32 ja Asafan 1,26 (oma pituus 1,90 m). Carl Lewisin askelpituus ja -frekvenssi sekä suhteutettu askelpituus vuoden 1991 MM-kisoissa (100 m 9,86 s) olivat: 2,53 m, 4,67 Hz ja 1,35. Usain Boltin askelpituus- ja frekvenssi ME-juoksun (9,69 s) maksiminopeusvaiheessa olivat 2,60 m ja 4,69 Hz ja Maurice Greenellä vastaavat arvot vuonna 1999 juostussa ME:ssä (9,79 s) olivat 2,37 m ja 5,05 Hz. Markus Pöyhösen askelpituudeksi puolestaan on mitattu 2,32 m ja askelfrekvenssiksi 4,81 Hz (100 m: 10,23 s, Joensuun Kalevan kisoissa 2002) ja 100 m:n SE-miehen Tommi Hartosen (10,21 s) askelpituudeksi noin 2,50 m. (Ito ym. 2008; Keränen 2008; Mero ym. 2004, 307.)

Kun aineistona käytettiin Gayn ja Powellin arvojen lisäksi aikaisemmista Japanissa käydyistä kansainvälisistä ja kansallisista kisoista saatuja arvoja, maksiminopeuden ja

askelpituuden välillä oli voimakas korrelaatio ($r = 0,845$, $p < 0,001$) toisin kuin maksiminopeuden ja askelfrekvenssin välillä ($r = 0,296$, $p < 0,05$) (kuva 3). Kuvasta 3 nähdään myös että niiden juoksijoiden kesken, joiden maksiminopeus oli yli 11,5 m/s, askelfrekvenssi vaihteli n. 4,5 – 5 Hz:n välillä ja askelpituus n. 2,4 – 2,6 m:n välillä. (Ito ym. 2008.)



KUVA 3. Askelfrekvenssin ja askelpituuden suhde juoksunopeuteen. (Ito ym. 2008).

2.2.5 Maksiminopeus

Pekingin olympialaisissa 2007 miesten 100 m voittajan, Usain Boltin (9,69 s), nopeimpiin 10 metriin kului aikaa 0,82 s. Tällaiseen 10 m:n lentävään on aikaisemmin ilmeisesti pystynyt vain Maurice Greene (epävirallinen lähde) ja tätä kovempaa ei ole juostu. Tästä saadaan huippunopeudeksi (oikeastaan keskinopeuksiksi kyseisille 10 m:n pätkille) $10 \text{ m} / 0,82 \text{ s} = 12,195 \text{ m/s}$, joka on $12,195 \times 3,6 = 43,9 \text{ km/h}$. Hän juoksi tätä huippunopeutta 50 – 60 m:n, 60 – 70 m:n ja 70 – 80 m:n väleissä. Osakan MM-kisoissa 2007 suurin huippunopeus videoanalyysin avulla saatiin Asafa Powellille (11,88 m/s, 100 m 9,96 s) ja toiseksi suurin Tyson Gaylle (11,85 m/s, 100 m 9,85 s). Nämä nopeudet mitattiin 60 m:n kohdalla. Kun nopeuden mittaamisessa käytettiin tutkaa, suurimman nopeuden saavutti Gay (11,83 m/s) 60 – 70 m:n välillä ja toiseksi suurimman Powell (11,79 m/s) 50 – 60 m:n välillä. Sevillan MM-kisoissa Maurice

Greenen (100 m 9,80 s) nopein 10 metrinen oli väli 50 – 60 m ja häneltä kului siihen 0,84 s eli hänen nopeutensa oli 11,90 m/s. Näissä edellä mainituissa kisoissa huippunopeutta pystyttiin ylläpitämään yleensä vain yhden 10 m:n lentävän ajan. Suurin poikkeus oli Usain Bolt, joka ylläpiti huippunopeutta 30 m:n ajan.

Osakan MM-kisoissa Veronica Campbellin (100 m 11,01 s) huippunopeus oli 10,56 m/s (50 – 60 m: n. 0,95 s). Sevillan MM-kisoissa Marion Jonesin (100m 10,70 s) nopein 10 metrinen oli myös 50 – 60 m:n välillä, mutta hän käytti siihen vain 0,92 s eli hänen huippunopeutensa oli n. 10,87 m/s. Tämä on ilmeisesti nopein naisen juoksema 10 m:n lentävä. Hänen lisäksi siihen on sallituissa oloissa ilmeisesti pystynyt kolme muuta naista: Florence Griffith-Joyner, Heike Drechsler ja Evelyn Ashford (epävirallinen lähde). Aivan kuin miehissä, suurin osa edellä mainituissa kisoissa analysoiduista naisista pystyi ylläpitämään huippunopeuttaan vain yhden 10 m:n lentävän ajan.

Parhaiten juoksun lopputuloksen kanssa korreloi maksiminopeus. Kun otoksena käytettiin Osakan MM-kisojen miesjuoksijoita (n = 63, 100 m: 9,85 – 10,46 s), korrelaatiokerroin oli -0,933 (p < 0,0001). Naisjuoksijoiden (n = 71, 100 m: 10,99 – 11,98 s) kohdalla korrelaatiokerroin oli -0,962 (p < 0,0001). Kun otoksena käytettiin Japanissa käytyjen kansainvälisten kisojen juoksujia, miehillä (n = 101, 100 m: 9,95 – 10,91 s) korrelaatiokerroin oli -0,959 (p < 0,0001) ja naisilla (n = 106, 100 m: 11,05 – 12,89 s) r = -0,974 (p < 0,0001). Myös Sevillan MM-kisoissa huippunopeudella ja lopputuloksella näyttäisi olevan selvä yhteys, sillä 1. - 8. sijoittuneiden parhaiden lentävien ajat olivat miehillä: 0,84; 0,85; 0,85; 0,86; 0,86; 0,86; 0,87 ja 0,88 s. Naisilla vastaavat ajat olivat: 0,92; 0,94; 0,93; 0,96; 0,95; 0,95; 0,96 ja 0,97 s, joten naisilla lopputuloksen ja huippunopeuden välinen yhteys ei ollut yhtä selvä. Tosin parhaan huippunopeuden saavuttanut oli kilpailun voittaja ja huonoimman huippunopeuden saavuttanut kilpailun viimeinen. (Matsuo ym. 2007; Ito ym. 2008; Ferro ym. 2001; Lee 2008.)

2.2.6 Jalkojen mekaniikkaa kontaktivaiheessa

Bezodis ym. (2008) tutkivat kineettisiä muuttujia (vääntömomentti, teho ja työ)

lonkassa, polvessa ja nilkassa maksiminopeuden vaiheessa. Koehenkilöinä oli neljä miespikajuoksijaa. Parhaan juoksijan ennätys oli 9,98 s (100 m) ja heikoimman 23,67 s (200 m). Tutkimuksessa saavutetut huippunopeudet olivat 9,06 – 10,37 m/s.

Tutkimuksen tärkein löydös oli se, että polven kulmanopeus, vääntömomentti, teho ja työ olivat pienempiä kuin lonkan ja nilkan, etenkin työntövaiheen aikana. Edellisiin tutkimuksiin verrattuna eroa oli nimenomaan polven kineettisissä muuttujissa.

Kaikilla koehenkilöillä polvi koukistui suurin piirtein kontaktin ensimmäisen puoliskon ajan ja ojentui jälkimmäisen puoliskon ajan. Nilkan dorsifleksio kesti myös noin kontaktivaiheen puoleen väliin, jonka jälkeen alkoi nilkan plantaarifleksio. Lonkka puolestaan ojentui koko kontaktin ajan. Polvenojennuksen huippukulmanopeus (10,5 rad/s) oli pienempi kuin nilkan ja lonkan. Nilkka saavutti huippukulmanopeutensa (26,9 rad/s) juuri ennen kontaktin loppua ja lonkka (15,2 rad/s) noin 80 % kohdalla kontaktivaiheesta. Polvenojentuminen jatkui noin 0,01 s jalan irtoamisen jälkeen. Tämä saattaa olla suorituksen kannalta haitallista, sillä on ajateltu että polvenkoukistuksen aloittaminen ennen jalan irtoamista alustasta olisi hyödyllistä.

Nilkan vääntömomentti oli enimmäkseen plantaarifleksioinen kontaktin aikana. Polven vääntömomentti oli yleensä: koukistus-ojennus-koukistus-ojennus-koukistus. Polven vääntömomentti oli selkeästi pienempää kuin nilkan ja lonkan. Lonkan vääntömomentti oli ensimmäisen kahden kolmanneksen aikana enimmäkseen ojentuva ja loppuvaiheen aikana koukistuva.

Nilkka ”hukkasi” tehoa (teho [= momentti x kulmanopeus] oli negatiivinen) kontaktin ensimmäisen puoliskon ajan ja tuotti tehoa jälkimmäisen puoliskon ajan. Polven tehon tuotto ja häviö vaihtelivat samaan tapaan kuin vääntömomenttikin. Polvi tuotti suurimman tehon kontaktin alkuvaiheessa. Polven tehon tuotto ja häviö oli kuitenkin selkeästi pienempää kuin nilkan ja lonkan. Lonkan tuottamat huipputehot ajoittuivat kontaktin alkuun ja hieman keskivaiheen jälkeen. Lonkan tehon häviön huippu ajoittui kontaktin loppuvaiheeseen (lonkka ojentui, vaikka siihen kohdistui lonkankoukistusvääntömomentti).

Nilkan tekemä kokonaistyö oli negatiivinen, sillä sen negatiivisen (eksentrisen) työn suuruus oli suurempi kuin positiivisen (konsentrisen) työn. Lonkan tekemä kokonaistyö

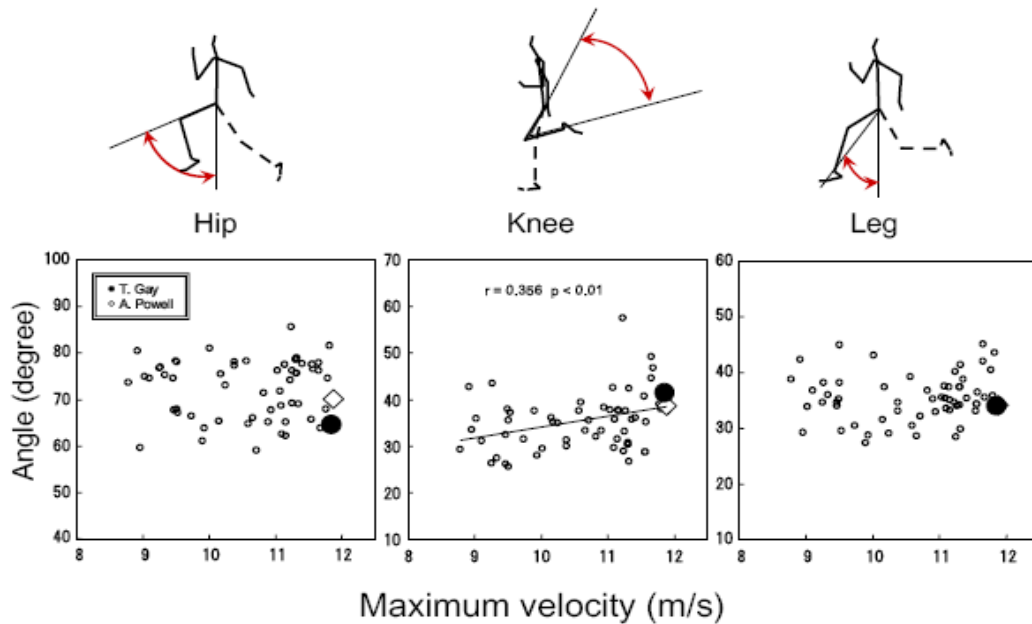
oli puolestaan positiivinen. Polven tekemä kokonaistyö oli useimmiten negatiivinen. Polven tekemän negatiivisen ja positiivisen työn suuruudet olivat pienempiä kuin lonkan ja nilkan.

Näyttäisikin siis siltä että kontaktin aikana maksiminopeudessa nilkka ja lonkka tuottavat tehoa polvea enemmän. Lisäksi polven tuottama teho saavuttaa huippunsa kontaktin alkuvaiheessa ja työntövaiheessa tehon tuotto on vähäistä. Suuri lonkan tekemä työ todennäköisesti mahdollistaa polven pienen roolin työntövaiheessa. (Bezodis ym. 2008.)

2.2.7 Heilahtavan jalan liikkeet

Osakan MM-kisoissa Tyson Gayn ja Asafa Powellin heilahtavan jalan maksimireisikulma (vertikaalilinjan ja reiden välinen suurin kulma, kun reisi on edessä), minimipolvikulma ja maksimijalkakulma (vertikaalilinjan ja lonkan ja lateral malleoluksen välisen linjan välinen suurin kulma) mitattiin ja verrattiin aiempiin mittaustuloksiin, joita oli saatu kansainvälisistä kisoista ja virallisista japanilaisista kisoista (kuva 4).

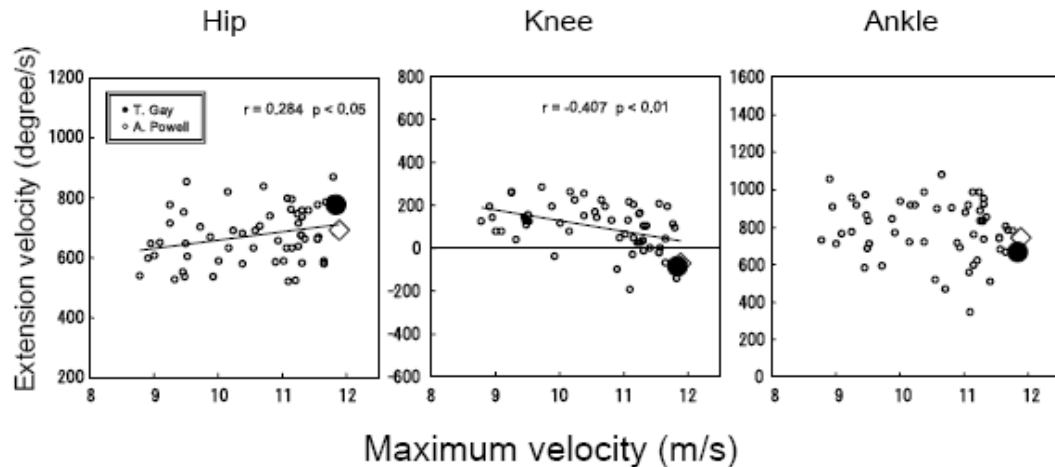
Aiempien tulosten mukaan maksimireisi- ja maksimijalkakulmilla ei ole vaikutusta juoksunopeuteen, mutta minimipolvikulmalla on siten, että mitä nopeampi juoksuvauhti sitä suurempi minimipolvikulma. Gayllä ja Powellilla maksimireisikulmat olivat 65° ja 70 °, minimipolvikulmat 41° ja 38° ja maksimijalkakulma oli molemmilla 34°. Kaikkien kulmien arvot olivat samankaltaisia aiempien mittaustulosten kanssa. Vaikka Gayn ja Powellin tekniikat näyttävät melko erilaisilta, ei niissä näiden tulosten mukaan ole isoja eroja. Myös kontaktiin tullessa varpaan horisontaalinen etäisyys kehon gravitaatiokeskipisteestä (massakeskipisteestä) oli molemmilla 31 cm ja oli samankaltainen kuin 11 sekunnin 100 m:n juoksijoilla. (Ito ym. 2008.)



KUVA 4. Hip = maksimireisikulma, Knee = minimipolvikulma ja Leg = maksimijalkakulma (ks. teksti). (Ito ym. 2008).

2.2.8 Kontaktissa olevan jalan liikkeit

Gayn ja Powellin tukijalan lonkan-, polven- ja nilkanojentumisen maksimikulmanopeudet mitattiin ja verrattiin aikaisempaan aineistoon (sama kuin edellisessä luvussa). Aikaisemman aineiston mukaan nopeilla juoksijoilla oli nopea lonkanojennus, hidas polvenojennus ja nilkanojentumisnopeudella ei ollut yhteyttä juoksunopeuden kanssa. Mielenkiintoista Gayn ja Powellin kohdalla oli, että heidän polvensa pysyivät koko kontaktin ajan koukistettuina ja kontaktin jälkimmäisen puoliskon ajan polvet eivät ojentuneet vaan koukistuivat. Gayn polvenkoukistumisnopeus oli $50^{\circ}/s$ ja Powellin $68^{\circ}/s$ eli koukistuminen oli hyvin vähäistä (kuva 5). Julkaisemattoman lähteen mukaan myös Maurice Greenellä havaittiin sama ilmiö. Carl Lewisilla polvenojentumisnopeus oli lähes nolla. Maksimilonkanojennusnopeus Gaylle ja Powellille olivat 774 ja $693^{\circ}/s$ ja maksiminilkanojennusnopeudet 664 ja $743^{\circ}/s$. Molempien ojentumisnopeuksien arvot olivat lähes samankaltaisia aikaisempien tutkimustulosten kanssa. (Ito ym. 2008.)



KUVA 5. Lonkan-, polven- ja nilkanojentumisnopeuden ja juoksunopeuden suhde. (Ito ym. 2008).

2.3 Hidastumisvaihe

Kuten aikaisemmin kirjoitin, maksiminopeutta pidetään yllä yleensä vain lyhyen aikaa (10 – 20 m). Tämän jälkeen vauhti hidastuu, joillakin enemmän ja joillakin vähemmän. Hidastumisprosentti saadaan vertaamalla huippunopeutta viimeisen 10 m:n nopeuteen. Jakamalla viimeisen 10 m:n nopeus huippunopeudella nähdään kuinka monta prosenttia loppunopeus on maksiminopeudesta ja samalla voidaan laskea kuinka paljon nopeus on hidastunut.

Pekingin olympialaisissa Usain Bolt saavutti huippunopeutensa 50 – 60 m:n välillä (lentävä 10 m 0,82 s) ja piti sitä yllä 80 m:in saakka. Hänen lentävänsä 80 – 90 m:n välillä oli vielä 0,83 s (tuulettelu saattoi näkyä jo tässä vaiheessa), mutta viimeiseen 10 metriseen kului 0,90 s (tuulettelua). Sitä kuinka paljon hänen vauhtinsa olisi hidastunut ilman tuulettelua, ei pysty varmasti kukaan tietämään varmaksi. Kenties on mahdollista, että hän olisi jopa pystynyt säilyttämään vauhtinsa loppuun asti ilman hidastumista. Tämä olisi kuitenkin ollut todennäköisesti ensimmäinen kerta kun 100 m juoksijan nopeus ei olisi laskenut maalia lähestyttäessä. Peruste sille, että tämä voisi olla jopa mahdollista, on Usain Boltin loistava nopeuskestävyys ja tästä osoituksena 200 m maailmanennätyksen (19,30 s) juokseminen Pekingin olympialaisissa. Toisaalta ehkä on todennäköisempää, että nopeus olisi hieman laskenut, mutta hidastuvuus olisi ollut

todennäköisesti todella vähäistä.

Osakan MM-kisoissa miesten 100 m:n 1., 2., 3., 5. ja 6. hidastuvuus vaihteli 1,8 – 8,1 % välillä. Osakassa kolmanneksi jääneen Asafa Powellin hidastuminen oli yllättäen 8,1 % ja tämä selittikin hänen tippumisensa kolmanneksi kärkipaikalta (60 m:n kohdalla) (liite 1). Sevillan MM-kisoissa hidastuminen finalisteilla oli 2,3 – 5,6 %. Vähiten vauhti hidastui Maurice Greenellä ja eniten kolmanneksi tulleeella Dwain Chambersillä.

Osakan MM-kisoissa naisten finaalin 1., 2., 4., 5. ja 6. hidastuminen vaihteli 6,1 – 9,3 % välillä. Ehkä hieman yllättävää on, että eniten vauhti hidastui voittajalla, Veronica Campbellillä. Sevillan MM-kisoissa naisten finalistien hidastumisprosentit olivat 3,1 – 7,8 %. Vaikka Marion Jonesin (voittaja) ja Inger Millerin (toinen) hidastumiset erosivat melko paljon (Jones 6,1 % ja Miller 3,1 %), ei Jonesin keskinopeus ollut huonompi kuin viimeisen 10 m:n matkalla. Tämä selittyy tietysti sillä, että Jonesin 50 – 60 m:n välillä saavuttama huippunopeus oli sen verran Millerin huippunopeutta suurempi (10,87 m/s vs. 10,64 m/s), että Jonesilla oli varaa hidastua enemmän.

Osakan MM-kisoissa ja Japanissa järjestetyissä kansainvälisissä kisoissa (otokset esitelty ylempänä) hidastumisprosentit vaihtelivat 2 – 13 % välillä.

Hidastumisprosentilla näyttäisi olevan vain pieni vaikutus lopputulokseen.

Hidastumisprosentilla voi kuitenkin olla sijoituksen kannalta merkitystä, kuten oli esimerkiksi Osakan MM-kisojen miesten 100 m:llä, missä Asafa Powell tippui 60 m:n jälkeen johtopaikalta kolmanneksi. (Matsuo ym. 2007; Ferro ym. 2001.)

3 PIKAJUOKSUN FYSIOLOGIAA

Lajeissa, joissa tarvitaan lyhytkestoista maksimaalista voimantuottonopeutta, kuten 60 m:n pikajuoksussa, suurin osa energiasta saadaan lihaksen adenosiinitrifosfaatista (ATP:sta) ja kreatiinifosfaatista (KP; molemmat ovat välittömiä energialähteitä). Kuitenkin jo 100 m:n matkalla ATP:n tuottamiseen tarvitaan lihasten anaerobista glykolyysiä, koska kreatiinifosfaattia riittää maksimaalisessa suorituksessa vain noin 5-7 sekunnin ajaksi (Hirvonen ym. 1987). Tutkimusten mukaan on arvioitu, että 100 m:n matkalla kreatiinifosfaatin ja anaerobisen glykolyysin osuudet ovat kumpikin 50 % tuottaessa ATP:tä lihasten työhön (Newsholme ym. 1992, 173). Silloin, kun anaerobinen glykolyysi toimii lihassoluissa, niissä muodostuu maitohappoa. Se dissosioituu lihakseen ja vereen vetyioneina ja laktaattina. Näistä vetyionien pitoisuutta eli happamuutta pidetään lihastoiminnan kannalta väsymisen ensisijaisena syynä. Sen sijaan laktaatti ei ole väsymisen syy vaan rinnakkaistapahtuma, mutta laktaatti korreloi merkittävästi happamuuden kanssa. Käytännön valmennuksessa mitataan veren laktaattia ja se kertoo siis epäsuorasti happamuudesta ja anaerobisen väsymisen tasosta.

Anaerobisen harjoittelun on todettu parantavan sekä anaerobista tehoa (maksimiteho [teho = työ:aika] suorituksen aikana) että anaerobista kapasiteettia (kokonaistyö suorituksen aikana), tosin tulospaannukset ovat vaihdelleet merkityksettömien ja 25 %:n välillä.

Anaerobinen harjoittelu, joka sisältää pikajuoksu- ja voimaharjoittelua, kehittää luonnollisesti niitä lihassoluja, jotka osallistuvat voimantuottoon tällaisen harjoittelun aikana. Anaerobinen harjoittelu kasvattaaakin siis enemmän nopeita kuin hitaita lihassoluja.

Tutkittaessa 6 s ja 30 s maksimaalisten polvenojennusten vaikutusta anaerobisten lihasentsyymien kreatiinikinaasin ja myokinaasin aktiivisuuksiin, on havaittu, että 6 s suorituksilla ei ollut vaikutusta entsyymiaktiivisuuksiin toisin kuin 30 s suorituksilla (12 – 14 %:n nousu). On kuitenkin myös vastakkaisia tutkimustuloksia, joiden mukaan myös 5 s suorituksilla on saatu kasvua ATP-KP – koneiston entsyymien

aktiivisuuksissa. Intensiivisten 30 s anaerobisten suoritusten (maksimaalinen polvenojennus tai maksimaalinen sprintti) on todettu parantavan ainakin joidenkin glykolyyttisten entsyymien aktiivisuutta. Parantunut entsyymiaktiivisuus saattaa parantaa glykolyyttistä kapasiteettia ja täten parantaa anaerobista suorituskyykyä.

Muita adaptaatioita anaerobiseen harjoitteluun ovat muun muassa liikkumistehokkuuden ja puskurointikapasiteetin parantuminen. Kovilla nopeuksilla harjoittelu parantaa taitoa ja koordinaatiota korkean intensiteetin suorituksissa ja näin ollen tehokkuus paranee. Anaerobinen harjoittelu parantaa lihasten kykyä kestää sinne kertyvää happamuutta, jota sinne kertyy anaerobisen glykolyysin aikana. Happamuus johtuu vetyionien (dissosioituvat maitohaposta) kertymisestä lihassoluihin. Puskuriaineet (buffers), kuten bikarbonaatti ja lihasfosfaatit, sitovat vetyioneja ja siten voivat vähentää lihaksen happamuutta ja hidastaa täten lihaksen väsymistä. Lihaksen puskurointikapasiteetin on todettu parantuvan 12 – 50 % kahdeksan viikon anaerobisen harjoittelun seurauksena. Tästäkin on tosin ristiriitaisia tutkimustuloksia. Parantuneen puskurikapasiteetin ansiosta lihakset voivat tuottaa energiaa pidemmän aikaa, ennen kuin vetyionipitoisuus kasvaa liian suureksi ja vaikeuttaa lihaksen supistumista. (Wilmore & Costill 2004, 196 – 200.)

4 HUIPPUPIKAJUOKSIJA

4.1 Huippupikajuoksijoiden pituudet ja painot

4.1.1 Kansainvälinen taso

Pekingin olympialaisten (2008) 100 m miesfinalistien ennätykset, pituudet, painot ja paino:pituus -suhteet olivat seuraavat:

Usain Bolt: 9,69 s; 196 cm; 86 kg; 43,9 kg/m

Richard Thompson: 9,89 s; 188 cm; ? kg

Walter Dix: 9,91 s; 180 cm; 89 kg; 49,4 kg/m

Churandy Martina: 9,93 s; 178 cm; 74 kg; 41,6 kg/m

Asafa Powell: 9,72 s; 190 cm; 88 kg; 46,3 kg/m

Michael Frater: 9,97 s; 170 cm; 67 kg; 39,4 kg/m

Mark Burns: 9,96 s; 185 cm; 77 kg; 41,6 kg/m

Darvis Patton: 9,89 s; 183 cm; 77 kg; 42,1 kg/m

<http://results.beijing2008.cn/WRM/ENG/INF/AT/C73A/ATM001101.shtml#ATM001101>

Juoksijoiden keskipituudeksi saadaan 183,8 cm, keskipainoksi 79,7 kg ja keskimääräiseksi paino:pituus -suhteeksi 43,5 kg/m. Käytin paino:pituus -suhdetta kehon painoindeksin (BMI) sijaan, koska BMI korostaa pituutta (kg/m^2). Pituuksista nähdään, että maailman huippujen joukosta löytyy sekä kohtalaisen pitkiä (mm. Bolt ja Powell) että kohtalaisen lyhyitä (Frater). Paino:pituus -suhteita tarkasteltaessa huomataan, että suurimmat suhteelliset painot kuuluvat Walter Dixille ja Asafa Powellille, tosin ehkä etenkin Walter Dixin kohdalla pituus- ja painotietojen paikkaansa pitävyyttä voi kyseenalaistaa.

Pekingin olympialaisten (2008) 100 m naisfinalistien ennätykset, pituudet, painot ja paino:pituus -suhteet olivat seuraavat:

Shelly-Ann Fraser: 10,78 s

Sherone Simpson: 10,82 s; 163 cm; 58 kg; 35,6 kg/m

Kerron Stewart: 10,80 s; 175 cm; 61 kg; 34,9 kg/m

Lauryn Williams: 10,88 s; 160 cm; 59 kg; 36,9 kg/m

Muna Lee: 10,85 s; 173 cm; 54 kg; 31,2 kg/m

Jeanette Kwakye: 11,14 s; 163 cm; 60 kg; 36,8 kg/m

Debbie Ferguson-McKenzie: 10,91 s; 168 cm; 63 kg; 37,5 kg/m

Torri Edwards: 10,78 s; 163 cm; 57 kg; 35,0 kg/m

<http://results.beijing2008.cn/WRM/ENG/INF/AT/C51A/ATW001101.shtml#ATW001101>

Juoksijoiden keskipituudeksi saadaan 166,4 cm, keskipainoksi 58,9 kg ja keskimääräiseksi paino:pituus -suhteeksi 35,4 kg/m.

4.1.2 Kansallinen taso

Suomen kaikkien aikojen parhaiden (kahdeksan parasta) 100 m miesjuoksijoiden ennätykset, pituudet, painot ja paino:pituus -suhteet:

Tommi Hartonen: 10,21 s; 189 cm; 85 kg; 45,0 kg/m

Markus Pöyhönen: 10,23 s; 179 cm; 77 kg; 43,0 kg/m

Jarkko Ruostekivi: 10,34 s; 173 cm; 72 kg; 41,6 kg/m

Stefan Koivikko: 10,38 s; 181 cm; 80 kg; 44,2 kg/m

Nghi Tran: 10,40 s; 172 cm; 68 kg; 39,5 kg/m

Kari Louramo: 10,40 s; 187 cm; 85 kg; 45,5 kg/m

Ari Pakarinen: 10,42 s; 177 cm; 70 kg; 39,5 kg/m

Janne Haapasalo: 10,42 s; 185 cm; 81 kg; 43,8 kg/m

<http://www.tilastopaja.fi/>

Pituuksien, painojen ja paino:pituus -suhteiden keskiarvoiksi saadaan: 180,4 cm; 77,3 kg ja 42,8 kg/m. Verrattaessa Pekingin miesten 100 m:n finalisteihin nähdään, että sekä pituus että paino ovat keskiarvoltaan hieman pienempiä, mutta paino:pituus -suhde samaa luokkaa. Jos tehdään niinkin kärjistettyjä oletuksia, että oletetaan rasvan ja luuston suhteellisen määrän olevan kaikilla huippujuoksijoilla samaa luokkaa, kertoisi paino:pituus -suhteen keskiarvo sitä, että suhteellinen lihasmassa kansainvälisillä ja kansallisilla mieshuipuilla olisi keskimäärin samaa luokkaa. Tosin tällaisten oletusten tekeminen lienee aika mielivaltaista, joten paino:pituus -suhteeseen ei kannattane kiinnittää hirveästi huomiota. Lisäksi sekä kansainvälisen että kansallisen tason juoksijoiden pituus- ja painotietojen paikkansa pitävyyuskään tai vertailtavuus ei ole todennäköisesti 100 prosenttista.

Suomen kaikkien aikojen parhaiden (kahdeksan parasta) 100 m naisjuoksijoiden ennätykset, pituudet, painot ja paino:pituus -suhteet:

Helinä Marjamaa: 11,13 s; 168 cm; 58 kg; 34,5 kg/m

Mona-Lisa Strandvall-Pursiainen: 11,19 s; 171 cm; 58 kg; 33,9 kg/m

Sisko Hanhijoki: 11,24 s; 165 cm; 53 kg; 32,1 kg/m

Johanna Manninen: 11,27 s; 170 cm; 58 kg; 34,1 kg/m

Sanna Kyllönen: 11,30 s; 170 cm; 55 kg; 32,4 kg/m

Sari Keskitalo: 11,44 s; 168 cm; 56 kg; 33,3 kg/m

Heidi Hannula: 11,49 s; 165 cm; 55 kg; 33,3 kg/m

Anu Pirttimaa: 11,62 s; 172 cm; 60 kg; 34,9 kg/m

(<http://www.tilastopaja.fi/>)

Pituuksien, painojen ja paino:pituus -suhteiden keskiarvoiksi saadaan: 168,6 cm; 56,6 kg ja 33,6 kg/m. Verrattaessa Peking 100 m:n naisfinalisteihin nähdään, että Suomen kaikkien aikojen parhaiden naisjuoksijoiden keskipituus on hieman suurempi ja puolestaan keskipaino hieman pienempi ja tästä johtuen myös keskimääräinen paino:pituus -suhde pienempi. Jos naisten kohdalla tehdään samat kärjistetyt oletukset kuin miesten kohdalla suhteellisen rasvan ja luuston määrän suhteen, nähdään että keskimääräisen paino:pituus -suhteen mukaan kansainvälisen tason huipuilla olisi keskimäärin jonkin verran enemmän suhteellista lihasmassaa kuin kansallisen tason huipulla.

4.2 Huippupikajuoksijoiden harjoittelu

4.2.1 Kansainvälinen taso

Kansainvälisten huippujen harjoittelusta oli mielestäni kohtalaisen vaikea löytää aineistoa, mutta seuraavassa hieman mm. Maurice Greenen ja Jason Gardenerin harjoittelusta.

Maurice Greene (100 m: 9,79 s; 60 m: 6,39 s [ME]; pituus: 176 cm; paino: 75 kg) on moninkertainen olympialaisten ja MM-kilpailujen kultamitalisti sekä 60 m:n ME:n haltija. Hänen valmentajanaan toimi **John Smith**. Greene lopetti uransa 2008.

Seuraavassa hänen harjoittelustaan:

- Tyypillisiä harjoitusviikon rytmityksiä
 - kova – kova – löysä – kevyt – kova (+ 1 – 2 lepoa)
 - kova – löysä – kova – löysä – kova (+ 1 – 2 lepoa)
 - kevyt – keskikova – kevyt – keskikova – lepo – lepo (+ kilpailu), kun halutaan kaivaa kunto esiin.
- Kausi alkaa 2 – 3 viikon löysällä jaksolla ja jatkuu 6 – 8 viikon pk-kaudella
- **Pk-kausi** mm.
 - rannalla juoksua paljain jaloin, portaita ja kuntopallolla kuntopiirejä
 - tyypillisiä harjoituksia esim.: 6 x 300 m tai 15 x 30 m telineistä
 - 5 – 6 harjoitusta (+ puntit) / vko
- **Esimerkkiviikko myöhäissyksyn ja alkutalven harjoittelusta, jos ei juosta hallikautta:**
 - **Puntit** ma, ti, to ja pe
 - **Hieronnat** ma, ke ja pe

Ma: 5 x 300 m (45 – 43 s), palautus 4 – 6 min ja sama harjoitus 6 – 8 viikon jakson lopussa 3 x 300 m (39 – 36s), pal. 4 min

Ti: tekniikkaa, drillejä ja startteja (palauttava)

Ke: 6 x 150 m ja jakson lopussa 3 x 150 m

Pe: tekniikka ym. (palauttava)

La + Su: lepo

- **Esimerkkiviikko loppukevään harjoittelusta:**
 - **Puntit** ma, ti, to ja pe
 - **Hieronnat** ma, ke ja pe
 - Ma:** 300 m (33 s) + 200 m (21 s) + 100 m (10,5 s), pal. 10 min
 - Ti:** startteja
 - Ke:** 4 x 150 m (15 s), pal. 6 – 8 min
 - To:** startteja
 - Pe:** 5 – 6 x 80 m kiihdytysjuoksuja
 - **Esimerkkiviikko kilpailukauden harjoittelusta**
 - Ma:** 30 – 40 m drillejä (liikkuvuus ja räjähtävyys)
 - Ti:** startteja
 - Ke:** 60 – 80 m kiihdytysjuoksuja (tuntuman mukaan)
 - To:** lepo
 - Pe:** startteja
 - La + Su:** lepo tai kilpailu
 - **Voimaharjoittelu**
 - syksystä myöhäiskevääseen
 - pääasiassa levytangolla (rinnalleveto, tempaus, kyykky, ym.)
 - ei 1RM:iä vaan maksimissaan 3RM:iä
 - keskeisenä ajatuksena säilyttää ja kasvattaa luontaista räjähtävyyttä (kuten muussakin harjoittelussa)
 - **Voimataso**
 - Takakyykky: 3 x 180 kg
 - Rinnalleveto: 115 – 120 kg (x 3?)
- (Hannus 1999.)

Jason Gardener (**100 m:** 9,98 s; **60 m:** 6,46 s; **pituus:** 175 cm; **paino:** 71 kg) on voittanut urallaan mm. maailman ja Euroopan mestaruudet 60 m:llä sekä 4 x 100 m:n kultaa Ateenan olympialaisissa. Hän lopetti uransa 2007. Seuraavassa hänen valmennuksestaan kertoo yksi hänen entisistä valmentajistaan, **David Lease**.

- Kaksi kilpailukautta (halli- ja ulkokausi)
- Perusrytmi harjoittelussa
 - Kolme päivää harjoittelua ja sitten lepo
 - Kolmen viikon harjoittelua seuraa kevyt viikko

- Näitä neljän viikon syklejä on kolme, jonka jälkeen on kevyt kuukausi ennen kilpailukautta
 - **Esimerkki harjoitusviikosta**
 1. päivä: lepo
 2. päivä: nopeus, lajitaito
 3. päivä: voima
 4. päivä: vatsakuntopiiri ja tukivoimaharjoittelua
 5. päivä: lepo
 6. päivä: nopeus: 3 x 3 x 150 – 200 m, jokainen sarja edellistä nopeampi
 7. päivä: voima (ei niin kova kuin 3. päivänä)
 - Kevyillä viikoilla tehot säilyvät korkealla, mutta määrät ovat minimaaliset
 - Kilpailukautta edeltävä kuukausi vietetään pääosin etelän lämmössä
 - korkeat tehot, pienet määrät, pitemmät palautukset
 - Viimeisellä viikolla ennen kilpailuja on yksi tehokas voimaharjoitus ja 3 lepopäivää ennen kilpailua
 - **Juoksuharjoittelu**
 - pikajuoksua joka viikko
 - loka-marraskuussa ja huhti-toukokuussa intervaleja 90 – 200 m:n matkalla
 - **Voimaharjoittelu**
 - rinnalleveto on yksi pääharjoitteista
 - penkillenousu ja ylöstyöntö tulevat asteittain mukaan kauden edetessä
 - kuorma mieluummin liian kevyt kuin raskas
 - **Plyometria**
 - pääasiassa vaakatasossa vastapainona painonnoston pystysuuntaisuudelle
 - mm. isovuorohyppelyä, saksijuoksua ja juoksuloikkaa
 - **Voimataso**
 - rinnalleveto: 6 x 115 kg (10 sekunnissa)
- (Huippu-urheilu-uutiset 2002 (5), s. 10 – 11.)

Seuraavassa hieman **Paul Doynen** valmennusperiaatteista. Doyle valmentaa/valmensi (2005) mm. pituushypyn maailmanmestari Dwight Phillipsiä ja maailmanluokan pikaitureita Terrence Trammelia ja Danielle Carruthersia. Hän toimii (2005) myös managerina mm. Asafa Powellille.

- Perustaa ajatuksensa Loren Seagraven tapaan kolmeen menestystekijään
 1. Kunnollinen suoritustekniikka (proper mechanics)
 2. Kausisuunnittelu (periodization)
 3. Yksilöllinen ohjelmointi (individualized programming)
- **Perusviikko-ohjelma** (harjoitusten sisältö vaihtelee harjoituskauden mukaan)
 - Ma:** kiihdytys ja raskas voimaharjoittelu
 - Ti:** tempojuoksut (kevyt)
 - Ke:** tekniikkadrillit ja voimaharjoittelu
 - To:** maksimaalinen nopeus
 - Pe:** kuntopiirit/voimaharjoittelu
 - La:** nopeuskestävyys / mäkijuoksut
 - Su:** lepo
- Kolme nousevaa kuormitusviikkoa ja yksi kevyt viikko
- **Peruskuntokausi**
 - muodostuu yleensä kolmesta neljän viikon mesosyklistä
- **Nopeusharjoittelu**
 - Piikkareilla heti toisesta harjoitusviikosta lähtien (kun 1. viikon pahimmat lihaskivut ovat helpottaneet)
- **Herkistely**
 - noin 30 päivää ennen pääkilpailuja
 - harjoittelun määrää ja kovuutta vähennetään asteittain
 - viimeinen ns. kova harjoitus (maitohapot korkealle) on 10 päivää ennen päätavoitetta
 - sen jälkeen kevyttä nopeusharjoittelua (ylläpidetään hermoston toimintavalmiutta) ja palauttelua
 - perusrytmi viimeisenä 10 päivänä: rytmipäivä – lepo – kiihdytyspäivä – lepo – rytmipäivä jne.

(Jouste & Nummela 2005.)

4.2.2 Kansallinen taso

Seuraavaksi kerron muutaman kansallisen huippupikajuoksijan harjoittelusta. **Tommi Hartosen** harjoitteluesimerkit ovat vuodelta 2000, jolloin hänen valmentajanaan toimi

Mikael Ylöstalo, Markus Pöyhösen vuosilta 2002 – 2003 (valmentaja **Atte Pettinen**) ja **Jarkko Ruostekiven** vuodelta 2005. Lisäksi **Teemu Salonen** (Ruostekiven ja **Timo Salosen** valmentaja) kertoo heidän harjoittelustaan (2007).

Tommi Hartonen (**100 m:** 10,21 s [*SE*]; **60 m:** 6,71 s; **pituus:** 189 cm; **paino:** 85 kg) on Suomen ennätysten omistaja niin 100 m:llä kuin 200 m:lläkin (20,47 s). Hän on moninkertainen arvokisaedustaja ja hänen paras arvokisasaavutuksensa on juokseminen 200 m:n välierässä Sydneyn Olympialaisissa vuonna 2000.

– **Harjoitusfilosofia**

- Asiat, joita tehdään, pyritään tekemään mahdollisimman oikein ja hyvin
- Juokseminen on tärkeintä
- Pikajuoksun tulee olla helppoa

– **Juoksuharjoittelu**

- Harjoittelussa ei haeta maitohappoja, pikemminkin pyritään välttämään niitä → pyritään nostamaan sitä vauhtia, jolla pystytään juoksemaan mahdollisimman vähillä hapoilla
- Määrä on määräävämpi tekijä kuin teho
- Ei ylinopeusjuoksua

– **Voimaharjoittelu**

- Lajinomaista → yhden jalan liikkeitä, pääpaino takareisissä ja koukistajissa (aika paljon heilureilla ja rissalaitteilla)
- Kaikkiin voimaharjoituksiin myös jonkinlaista juoksua mukaan (pääasiassa kiihdytysjuoksua)

– Ei juurikaan erillisiä testejä: rinnalleveto harjoitusseurannassa 160 kg

– **Harjoittelua kuutena päivänä viikossa**

- Ti, pe ja su juoksua (pidempi ja tehokkaampi juokseminen)
- Muina päivinä painopiste on enemmän voimaharjoittelussa, kiihdytysjuoksuissa ja lähdössä

– **Kaksi kovaa viikkoa + kevyempi viikko** (yksi harjoitus jää pois ja yksi kevenee)

Esimerkkiviikko maaliskuulta 2000 (tiivistettynä)**Tiistai**

- Koord.: mm. aitakävelyä
- MI: 3 x 4 x 300 m (56,8 – 54,2"), pal. 100 m kävelyä/6' (min)

Keskiviikko

- Ylävartalovoima
- Keskivartalovoima
- Lonkanojentajat ja -koukistajat taljalla (2 – 3 x 10 – 20 x / jalka)
- Kiihd.juoksut: 3 – 6 x 60 m (pyörittäen)

Torstai

- Kuntopiiri, jossa liikkeitä keskivartalolle ja jaloille (yhteensä 14 liikettä, 2 kierrosta)
- Koord.: mm. vuorohyppely ja kuopaisujuoksu (3 x 30 m)
- Kiihd.j.: 3 – 6 x 60 m (pyörittäen)

Perjantai

- Samantapainen voima kuin keskiviikkona
- MI: 4 x 5 x 100 m (20"), pal. 20" / 5'

Lauantai

- Aamupäivä: kuntopiiri: 3 kierrosta
- Iltapäivä: Koord.: mm. 1 jalan kuopaisuhyppely ja vuoroloikka ilmastavasti (3 x 30 m)
- Telinemallailua: 6 – 8 x 20 – 40 m

Sunnuntai

- Koord.
- MI: 3 x 4 x 200 m (33,1 – 30,1"), pal. 2'/5'

Maanantai

- Lepo

Esimerkkiviikko toukokuulta 2000 (kilpailuun valmistava kausi)

Tiistai

- Keskivartaloa
- Lonkanojentajia ja -koukistajia taljalla (2 – 3 x 10 – 20 x / jalka)
- Koord.
- Hapoton: 3 x 3 x 80 m, rennon kovaa, pal. 1,5'/6'

Keskiviikko

- Voima: mm. kyykky: 10 x 70 kg, 8 x 90 kg, 6 x 100 – 110 kg, 10 x 70 kg
takareidet: 3 x 10 + 10 x 50 %
pakarat: 3 x 10 + 10 x 50 %
kuntopallon heitot eteen ja taakse: 10 x 4 kg
rentoja kiihdytyksiä: 3 – 5 x 60 m

Torstai

- Ylävartalovoima
- Keskivartalovoima
- Lonkanojentajat ja -koukistajat taljalla (2 – 3 x 10 – 20 x / jalka)
- Telinelähtöjä: mallauksia / tehokkaita 8 – 10 x 30 – 60 m, pal. vaihteleva

Perjantai

- Aitakävelyä eri variaatioin
- MI: 3 x 4 x 200 m (33"), pal. 2'/6'

Lauantai

- AP: Voima: mm. rinnalleveto: 3 x 5 x 80 – 100 kg
kyykky: 3 x 6 x 100 kg
takareidet: 3 x 10 + 10 x 50 %
pakarat: 3 x 10 + 10 x 50 %
- IP: Keskivartalovoima
- lonkanojentajat ja -koukistajat taljalla (2 – 3 x 10 – 20 x / jalka)
- kuntopallon heitot eteen ja taakse: 10 x 4 kg
- koord.
- kiihd.j.: 3 – 6 x 60 m

Sunnuntai

- koord.
- TI: 2 x (300m: 39 – 37" + 200 m: 25 – 24" + 150 m: n. 17"), pal. 6'/15'

Maanantai

- Lepo

Esimerkkiviikko heinäkuulta 2000 (kilpailukausi)**Maanantai**

- kiihd.j. tossuilla: 3 x 50 – 100 m (jalkaterä ei enää arka)

Tiistai

- kiihd.j.: 2 – 3 x 100 m
- telinelähtöjä: mallauksia / teräviä 4 x 30 – 60 m

Keskiviikko

- Lepo

Torstai

- Voima: mm. kyykky: 5 x 60 + 80 kg, terävöittävästi
- lonkanojennuksia taljalla: 2 x 6 x / jalka
- kiihd.j.: 2 x 60 m, alussa pyörittäen

Perjantai

- Lepo

Lauantai

- Matkustus Lapinlahdelle
- Kiihd.j. piikkareilla: 3 x 60 – 80 m, vauhdikkaasti

Sunnuntai

- AP: verr. + kevyitä aukaisuja tossuilla
- IP: jonkin verran tangolla rullauksia ja muita vatsoja alkuverryttelyssä
- Kilpailu: 100 m: 10,27 s

(Sonninen & Nevalainen 2000.)

Markus Pöyhönen (100 m: 10,23 s; 60 m: 6,58 s [SE]; pituus: 179 cm; paino: 77 kg) omistaa Suomen ennätyksen 60 m:llä. Hänen parhaat saavutuksensa ovat MM-hallien 7. sija 60 m:llä Birminghamissa 2003 ja EM-kilpailujen 4. sija 100 m:llä Münchenissä 2002.

Harjoittelua syksystä 2001 syksyyn 2002

- Enintään kaksi juoksuharjoitusta / vko
- Aikaisempien vuosien kaltainen tukiharjoittelu säilytettiin mukana, vaikka vammoja ei ollutkaan (myös vesijuoksua)
- Nopeustason säilyminen korkealla tärkeää läpiharjoituskauden (ei yli 4 % laskua lentävissä)
- Nopeutta testattiin noin kerran kuussa
- Liikkuvuuteen ja juoksuasentoon kiinnitettiin huomiota

- **Voimaharjoittelua** 4 kertaa viikossa (2 alavartalo- ja 2 ylävartaloharjoitusta)
 - pääasiassa lähes pelkästään voimakoneilla (selkävammoista johtuen)
 - pääharjoitteita: 1 jalan liikkeet vino- tai vaakaprässillä, takareisipenkillä, pakarakoneella jne.
 - toistot aluksi 10 – 12 (6 viikon jakso), josta sarjat lyhenevät 8-6-4 toistoon (5 – 6 viikon jakso)
 - harjoitukset päättyvät aina teräviin, nopeisiin suorituksiin (esim. kuulanneheittoihin)
- **Voima-/räjähtävyystaso**
 - vinoprässi: 1 jalalla 3 x 310 kg
 - kevennyshyppy: n. 70 cm
- Kaksi kilpailukautta (halli- ja ulkoratakausi)
- Harjoittelua ei jaeta perinteisellä tavoin selkeisiin harjoituskausiin
 - viikkorytmitys pysyy suhteellisen samanlaisena läpi vuoden ja vain määrissä ja tehoissa tapahtuu muutoksia
 - rytmitystä koviin ja keveisiin jaksoihin säädellään Pöyhösen tuntemusten mukaan
 - täydellisiä lepopäiviä Pöyhönen pitää vain harvoin

Esimerkiviikko

Ma: nopeaa juoksua

Ti: jalkavoima

Ke: kevyempi ylävartalovoima

To: nopeaa juoksua

Pe: jalkavoima

La: ylävartalovoima

Su: vesijuoksua

- Tammikuussa 2002 askelkontakti oli parhaimmillaan 78 ms, askeltiheys 4,83 Hz, mutta askelpituus vain 2,17 m
- Joensuun Kalevan kisoissa 2002 askeltiheys oli samaa luokkaa (4,81 Hz), mutta askelpituus oli kasvanut 2,32 m:in
- Kesällä Pöyhönen kilpaili ahkerasti: kisoja lähes kolmen päivän välein
- Kalevan kisojen ja EM-kisojen finaalissa Pöyhönen ei ottanut lähtöä aivan täysillä, jonka seurauksena loppumatka kulki aiempaa paremmin → EM-kisoissa Pöyhönen kykeni ohittamaan lopussa kaksi kilpailijaa.

(Jouste 2002.)

Harjoittelua vuodelta 2003

Esimerkkiviikko helmikuulta 2003 (kilpailukausi)

Maanantai

- Kevyt voima – kevyillä painoilla perusliikkeitä terävästi + kuulanheittoja

Tiistai

- Verryttely

Keskiviikko

- Muutama lähtö ja kiihdytykset 4 x 60 m (lentävä 20 m, paras 1,80 s)

Torstai

- Sama kuin maanantaina

Perjantai

- Verryttely

Lauantai

- Verryttely + muutama kiihdytys

Sunnuntai

- Hallikisat Gent: ae 6,66 s – finaali 6,63 s

Esimerkkiviikko maaliskuulta 2003 (peruskuntokausi, Pretorian leiri, Etelä-Afrikka)

- Lähes joka aamu 20 – 30' kuntopyörällä tai juoksumatolla + keskivartaloliikkeitä
- Ohjelmaan ei ole merkattu ylävartaloharjoittelua (2 kertaa / vko)

Lauantai

- Alavartalovoima:

Alkuverryttelynä kuntopyörää

1 jalan jalkaprässi: 3 x 10 x 250 – 280 kg / jalka + 10 x kevyemmällä painolla terävämmin / jalka

Hyppyjä laatikon päälle: 6 – 8 x

Pakarat: 3 x 10 / jalka + 10 x terävämmin kevyemmällä / jalka

Pituusponnistuksia: 4 – 6 x

1 jalan takareidet, istumakoneella: 3 x 10 + 10 x kevyemmällä terävämmin / jalka

Rullauksia nurmella

Sunnuntai

- Verryttelypäivä

Maanantai

- Lähtöjä 6 – 8 x 30 m, pal. 4 – 6'

- 2 x 150 m, pal. 15'

Tiistai

- Verryttelypäivä

Keskiviikko

- Tekniikka: koordinaatioita ja juoksua nurmella

Torstai

- Nopeus radalla: 4 x 60 m, pal. 5 – 6'

Perjantai

- Kilpailu: 100 m 10,42 (tuuli 0,0)

Lauantai

- vesijuoksua + jumppaa vedessä

Esimerkkiviikot huhti-toukokuulta 2003 (kilpailuun valmistava kausi)**Maanantai**

- Nopeuskestävyys Eläintarhan putkessa: 150 m, pal 8' + 120 m, pal. 15' + 100 m, pal. 10' + 80 m (tehointervallit)

Tiistai

- Verryttely

Keskiviikko

- Kevyt maitohapoton: 2 x 3 x 60 m

Torstai

- Alavartalovoima:

Alkuverryttelynä kuntopyörää

1 jalan jalkaprässi: 8 x 280 kg, 6 x 310 kg, 4 x 350 kg / jalka + 10 x

kevyemmällä painolla terävämmin / jalka

Hyppyjä laatikon päälle: 6 – 8 x

Pystytyönnöt 1 jalalla: 3 x 8 x 120 kg + 10 x terävämmin kevyemmällä / jalka

Hyppyjä laatikon päälle: 6 – 8 x

1 jalan takareidet, takareisitelineessä: 3 x 6 + 10 x kevyemmällä terävämmin / jalka

Perjantai

- Kevyt nopeus: lähtöjä 6 – 8 x 30 m

Lauantai

- Verryttely

Sunnuntai

- Verryttely + ylävartalovoima (laskevat sarjat 8-6-4-2 painojen noustessa)

Maanantai

- Sama voima kuin torstaina

Tiistai

- Verryttely

Keskiviikko

- Nopeus:

Vastuslähtöjä: 4 x 40 m

Kiihdytyksiä: 4 – 6 x 60 m

Torstai

- Verryttely + ylävartalovoima

Perjantai

- Verryttely

Lauantai

- Nopeus:

Kiihdytyksiä: 4 x 60 m + 4 x 100 m

Sunnuntai

- Verryttely

(Mero ym. 2004, 302 – 304.)

Jarkko Ruostekivi (100 m: 10,34 s; 60 m: 6,61 s; pituus: 173 cm; paino: 72 kg) on yksi Suomen tämän hetken parhaista pikajuoksijoista. Hän on edustanut Suomea EM-kisoissa sekä ulkona että hallissa ja oli Suomen pikaviestiporukassa Helsingin MM-kisoissa 2005.

- Kaikissa harjoituksissa suoritustekniikka on tärkein seurattava tekijä
 - juoksuvedoissa tai vaikkapa kuntopallon heitoissa määrää ja tehoa lisätään sitä mukaan kun suoritustekniikka säilyy vakiona
- **Syksyn peruskuntokausi**
 - harjoitellaan mahdollisimman pitkään ulkona
 - pitkiä intervaleja, koordinaatiosarjoja ja loikkasarjoja
 - voimaharjoittelu alkaa kuntopiireinä ja runsailla kuntopallon heittoharjoituksina
 - harjoitukset pitkiä ja teho matala
 - **marraskuun alussa** aletaan käydä hallissa tekemässä yksittäisiä juoksuharjoituksia radalla (lenkkareilla)
 - voimaharjoittelu muuttuu ”punnituntopiireiksi”
 - **joulukuussa** alkavat piikkariharjoitukset, jolloin juoksetehot ovat nousseet liian rasittaviksi lenkkareilla juostavaksi
 - voimaharjoittelu huipentuu maksimi- / räjähtävävoimatyyppiseksi
- **Hallikausi**
 - täysi kilpailukausi
 - tammikuussa lajiharjoittelu lisääntyy
 - kilpailuun valmistavalla kaudella oleellisin kehitettävä ominaisuus on kimmoisuus, jota kautta haetaan nopeutta voimantuotolle
 - hallikaudella teräviä lyhyitä harjoituksia
 - irtioton kehittyessä palautumisen tarve lisääntyy --> harjoittelun määrä vähenee kohti SM-halleja

- **Hallikauden jälkeen**
 - toistetaan lyhennettynä syksyn peruskuntokausi
 - juoksun teho ja määrä kasvavat maltillisesti huhtikuun alkuun
 - **huhtikuun alussa** määrätietoinen voimaharjoitusjakso, jonka aikana ei juurikaan juosta
 - piikkarit käyttöön **huhti-toukokuun vaihteessa**
 - harjoitusvedot pidempiä hallikauteen verrattuna
 - **toukokuun** harjoittelun pääpaino kimmoisuudessa: hyppyjä, loikkia ja kuulanheittoja
 - kehitetään kilpailutulokseen tarvittavia ominaisuuksia, ei trimmata ensimmäisten kilpailujen tulosta
 - **alkukesä** kilpaillaan ja harjoitellaan
 - harjoittelu mukailee hallikauden mallia
 - alkukaudella kilpailujen välissä enemmän ominaisuusharjoittelua kuin loppukaudella

Esimerkkiviikko peruskuntokaudelta (marraskuu)

Maanantai

- 6 x 20-loikkaa
- 4 x 10 + 10-kinkka
- 5 x 100 m / käv. (80 %)

Tiistai

- 4 x 3 -tasatassu
- Kyykky: 4 x 10 x 75 – 100 kg
- 1 jalan kyykky: 2 x 8 + 8 x 30 – 35 kg
- Takareidet: 4 x 15 + 15
- Pohkeet: 3 x 15 x 100 kg
- Pohjehyppely: 20 x

Keskiviikko

- Aamu:
 - Hölkä 3 km
 - Vatsakuntopiiri: 25 x sit-up, sivut, linkkari, kiertäen ja rutistus

- Ilta:
 - Polvennostokävely: 2 x 15 m
 - Polvennostojuoksu: 2 x 40 m
 - Pakaraj.: 2 x 40 m
 - Borz: 2 x 40 m
 - Menninkäinen: 2 x 40 m

Torstai

- Lepo

Perjantai

- Lepo

Lauantai

- 10 x 20-loikka
- 10 x 10 + 10-kinkka
- 6 x 10-tasatassu
- 6 x 30 pohjehyppy korokkeelle

Sunnuntai

- Lepo (seuraavana päivänä alkoi leiri)

Esimerkkiviikko kilpailuun valmistavalta kaudelta (toukokuu)

Maanantai

- ½-kyykky: 5 x 5 x 110 kg – 130 kg
- 5 x vauhditon pituus
- 5 x 10-loikka
- 5 x 5-tasatassu
- Selkä: 3 x 20
- Linkkari: 2 x 20
- Vatsa kiertäen: 2 x 20

Tiistai

- 5 x vauhditon pituus
- 6 x 5-loikka, 2 askeleen vauhdista
- 2 x 3 x 100 m (85 → 95 %), pal. 3 – 6'

Keskiviikko

- Penkki: 3 x 5 x 50 – 75 kg
- Alatalja, 1 kädellä: 3 x 12 + 12
- Niskan takaa punnerrus: 3 x 6 x 30 – 40 kg
- Kuula: pyt: 10 x 4 kg
: jve: 10 x 3 kg

Torstai

- Lepo

Perjantai

- Aitahypyt: 2 x 4 x 6 matalaa aitaa
: 4 x 5 korkeaa aitaa

Lauantai

- 5 x vauhditon pituus
- 4 x 60 m (85 → 95 %)
- 3 x 150 m (85 → 95 %)

Sunnuntai

- Lepo

Esimerkkiviikko kilpailukaudelta (elokuu)**Maanantai**

- 5 x vauhditon pituus
- 5 x 6 matalaa aitaa
- Kj: 3 x 60 m

Tiistai

- 4 x vauhditon pituus
- Kuula: pyt: 5 x 4 kg
: jve: 5 x 3 kg

Keskiviikko

- Lepo ja ravistelu/hieronta

Torstai

- 5 x vauhditon pituus
- 2 x 60 m (95 – 100 %), pal. 5'

Perjantai

- Lepo

Lauantai

- SM -22 v. 100 m: 10,39 s (tuuli: +2,9 m/s)

Sunnuntai

- SM -22 v. 200 m: 21,59 s (-1,3)

– **Voima-/räjähtävyystaso**

- vauhditon pituus: 321 cm (tasaiselta)
- kuula: pyt 4 kg: 20,50 m
- kuula: jve 3 kg: 21,60 m
- kyykky: 140 kg
- rinnalleveto: 110 kg
- 60 m: 6,2 "

(Keränen 2005.)

Teemu Salosen mietteitä pikajuoksuharjoittelusta

- Pikajuoksijan täytyy muistaa levätä
- Koko vuotta ei juosta kovaa
 - Syksyllä paljon määrää ja hallikauden jälkeen pistetään piikkarit kuukaudeksi naulaan, eikä juosta kovaa
- Harjoittelua kuutena päivänä viikossa ja yksi harjoitus / päivä
- **Harjoitusvuosi**
 - syksyn peruskuntokausi
 - kaikki harjoitukset ulkona niin kauan kuin kelit sallivat
 - paljon rauhallista juoksua (200 – 300 m), pitkiä loikka- ja kuntopiirisarjoja
 - marraskuu
 - voimakausi alkaa
 - ◆ heitetään paljon kuntopalloa
 - ◆ perusvoimaa levytangolla
 - ◆ aloitetaan kahdeksan toiston sarjoilla
 - juoksuvauhti kiihtyy

- joulukuu
 - maksimivoimaa (päädytään 1 RM:ään)
 - juoksuun lisätään tehoa ja vedot piikkareilla (60 – 100 m)
 - tammikuu
 - käydään etelän lämmössä herkistelemässä
 - juoksun teho kasvaa edelleen
 - hallikauden jälkeen pari viikkoa löysempää ennen kuin syksyn harjoituskaudet käydään läpi lyhennettynä
 - maaliskuuhuhtikuun vaihteessa 10 – 12 päivän kova voimajakso, jonka jälkeen voimaharjoittelu jää taka-alalle ja painopiste on lajiharjoittelussa
 - voimajakso ajoitetaan niin että siitä kerkeää palautua ennen kuin mennään etelään herkistelemään ja ottamaan tehoja ulos
 - **Voimaharjoittelu**
 - pääliikkeet rinnalleveto ja takakyökky (marraskuussa syvältä ja joulukuun alusta lähtien ½-kyökkynä)
 - lisäksi tietysti takareittä ja pakarointia
 - myös penkkipunnerrusta ja ylävartaloon tukiliikkeitä
- (Nevalainen 2007.)

5 VALMENNUKSEN OHJELMOINTI

5.1 Teoreettinen urheilija

Teoreettinen urheilija on kansallisen kärkitason miespikajuoksija. Hänen päämatkansa ovat 100 m ja 60 m ja ennätykset näillä matkoilla 10,50 s ja 6,75 s. Hän on 24-vuotias ja hänen pituutensa ja painonsa ovat 180 cm ja 77 kg. Urheilun ohella hän suorittaa opintoja yliopistossa.

5.2 Peruskuntokausi

Esimerkkiviikon harjoitukset (peruskuntokauden alkuvaihe, syksy)

Maanantai

- Loikkaharjoitus (teho matala ja määrä kohtalaisen korkea) kuntopolulla

Tiistai

- Voimaharjoitus (Jalat + keskivartalo + vähän käsiä, kohtalaisen pienet painot ja kohtalaisen suuri määrä)

Keskiviikko

- Määräintervalli (2 x 4 x 150 m, n. 24 – 26 s, pal. 2'/5'), lenkkareilla

Torstai

- Lepo

Perjantai

- Tehointervalli (2 x 5 x 80 m, n. 11 s, pal. 2'/5'), lenkkareilla

Lauantai

- Loikkaharjoitus (teho matala ja määrä kohtalaisen korkea) kuntopolulla

Sunnuntai

- Voimaharjoitus (Jalat + keskivartalo + vähän käsiä, muuten sama kuin tiistai, mutta painot kasvavat)
- Venytykset ennen harjoituksia lyhyitä ja / tai dynaamisia
- Pidemmät venytykset muina aikoina

Ravinto ja nukkuminen

- Yössä noin 9 tuntia nukkumista
- Ruokailu 3 – 4 tuntia ennen harjoitusta (aamupala n. 2 tuntia)
- Välipalan nauttiminen
 - alle 30 min ennen harjoitusta: mehut, urheilujuomat, mehukeitot, vähärasvainen jogurtti ja maito, tai
 - 30 – 90 min ennen harjoitusta: 1 – 2 voileipää (vähärasvaisia), jogurtit ja hedelmärahkat, hedelmät, sporttipatukat ja vähärasvaiset murot (Borg ym. 2007, 250).
- Palautusjuoma (heraproteiinia (isolaattia) + maltodekstriinia + esim. kaakaojauhetta + [kreatiinia]) heti (ainakin) kovan harjoituksen jälkeen.
- Lämmin ateria heti harjoituksen jälkeen, jos palautusjuomaa ei ole nautittu
- Lämmin ateria noin 30 min – 2 tunnin sisällä, jos palautusjuoma on nautittu
- Aterioita ja välipaloja suhteellisen tasaisin välein
- Hiilihydraattien, proteiinien ja rasvojen sopiva päivittäinen saanti nopeus- ja voimalajien edustajille
 - hiilihydraatteja 5 – 6 g / painokilo / vuorokausi, (40 – 60 % kokonaisenergiasta)
 - proteiineja 1,2 – 1,8 g / painokilo / vuorokausi, (15 – 20 % kokonaisenergiasta)
 - rasvoja 25 – 30 % kokonaisenergiasta. (Borg ym. 2007, 49;55 ja 63.) **Tai** 0,5 – 1,5 g / painokilo, 20 – 25 % kokonaisenergiasta (suositus urheilijalle harjoituskaudella) (Mero 2004, 163).
- Harjoituksen aikana riittävä veden nauttiminen

Erikoisravinto

- Monivitamiini- ja hivenainetabletti / vrk
- Kalsium-magnesium -tablettien nauttiminen tarpeen mukaan
- Kreatiinia (kreatiinimonohydraattia) etenkin sellaisilla harjoituskausilla, jolloin harjoituksissa tehdään useita kohtalaisen tehokkaita ja lyhyehköjä suorituksia
 - Lataus
 - 4 x 5 g / vrk
 - 5 – 7 vuorokautta
 - Nautitaan runsaan hiilihydraatin tai hiilihydraatin ja proteiinin kanssa, koska energiaravintoaineiden lisäämä insuliinieritys näyttää lisäävän kreatiinin siirtymistä lihaskudokseen. (Borg 2007, 302.)

- Ylläpito
 - 2 g / vrk

Testit

- Mahdollisia testejä
 - vertikaalihyppy: kevennyshyppy, kevennyshyppy kuormalla (esim. tanko ja puolet omasta painosta) ja reaktiivisuushyppely
 - juoksutestit: 30 m lähetyksestä ja 20 m:n tai 30 m:n lentävä
 - kuulanheitot: pään yli taakse ja jalkojen välistä eteen
 - loikkatestit: tasatassu, vauhditon 3- ja 5-loikka.
- Juoksutestejä ei tehdä ainakaan peruskuntokauden alkuvaiheessa, koska kokonaisrasitus on varsin suuri ja nopeaa juoksua ei tehdä harjoituksissa
- Kun ohjelmaan tulee nopeampaa ja tehokkaampaa tekemistä voi myös juoksunopeutta testata
- Testit suoritetaan kevyellä viikolla

Lihashuolto

- Hieronta ainakin kerran kahdessa viikossa
- Kylmäallasta varsinkin kovien harjoitusten jälkeen
- Harjoituksen ulkopuolella tapahtuvaa venyttelyä riittävästi

Esimerkkivuorokausi (peruskuntokauden alkuvaihe)

- Herätys klo 9 → aamupala (neljän viljan puuroa, margariinia, tuoremehua, kahvia, monivitamiini- ja hivenainetabletti, kalsium-magnesium -tabletti)
- Välipala n. 30 – 45 min ennen harjoitusta (hedelmä tai tuoremehua)
- Harjoitus klo 11 (voimaharjoitus)
 - Verryttely (hölkkää n. 800 m)
 - Venyttelyä (aktiivisia venytyksiä)
 - Syväkyökky: 10 x 50 / 60 kg
 - ½-kyökky: 10 x 90 / 100 / 110 kg (n. 52 % 1RM:stä)
 - Pohkeet, smith, korokkeella: 3 x 20 – 30 x 30 – 50 kg, nopea
 - Lonkankoukistajat laitteella (esim. schnell-laitteella): 3 x 10 x suht kevyt kuorma / jalka

- Takareidet, laitteella: 3 x 12 x suht kevyt kuorma / jalka tai molemmilla yhtä aikaa
- Maasta / polven alapuolelta veto, melkein suurin jaloin: 10 x 40 / 50 / 60 kg
- Penkkipunnerrus: 3 x 10 x 60 kg
- Kulmasoutu, tanko: 3 x 10 x 50 kg
- Keskivartaloa muutama liike
- Loppuverryttely (kävelyä + hölkkää n. 8 min)
- **Liikkeet joustavina ja melko helppoina**
- Palautusjuoma (noin 1 dl heraisolaattia + noin 1 dl maltodekstriiniä + noin 1 rkl kaakaojauhetta) nautitaan heti harjoituksen jälkeen
- Sauna + kylmäallas (n. 5 min)
- Lounas (kalaa, perunaa, salaattia, vettä)
- Seminaari klo 14 – 16
- Välipala (Leipää [juustoa tai leikkelettä], mehua ja kahvia) klo 16 jälkeen
- Päivällinen (jauhelihakastiketta ja pastaa, vettä) + kalsium-magnesium -tabletti klo 18
- Välipalaa/iltapalaa (hedelmiä ja jogurttia + myslä) klo 20 – 22
- Nukkumaan klo 23 – 24

5.3 Kilpailuun valmistava kausi

Esimerkkiviikon harjoitukset (kilpailuun valmistavan kauden loppuvaihe, kesä)

Maanantai

- Nopeusharjoitus
 - Kiihdytysjuoksua 2 – 3 x 60 – 80 m / 4'/8'
 - 1 x 60 m, 1 x 80 m / 98 – 100 % / 8 – 10'

Tiistai

- Vesijuoksua n. 20 min

Keskiviikko

- Voima / nopeusvoima
 - Rinnalleveto, polven yläpuolelta, kevennettyinä: 5 x 70 kg, 3 x 80 / 90 / 100 kg (1RM = 110 kg)

- ¼-kyykky, smith: 3 x 8 x 120 – 130 kg, nopea
- pudotushyppy: 4 x 30 cm jokaisen kyykkysarjan jälkeen
- Lonkankoukistajat, laitteella: 3 x 8 / jalka, suht nopea / nopea
- Lonkanojentajat, laitteella: 3 x 8 / jalka, nopea
- Takareidet (polvenkoukistus), kumiköydellä: 3 x 30, nopea

Torstai

- Lepo / verryttely

Perjantai

- Lähtöharjoitus
 - Frekvenssijuoksu: 2 – 3 x 12 väliä (2 – 2,1 m), alkuvauhdilla
 - Telinehähdöt: 3 x 30 – 40 m / 97 – 100 % / 5'
 - Kelkanveto: 2 x 20 – 30 m x 5 – 15 kg / 97 – 100 % / 4'8'

Lauantai

- Lepo / verryttely

Sunnuntai

- Maksimaalinen nopeuskestävyys
 - 2 – 3 x 150 m / 95 – 100 % / 8 – 12'
- Venytykset ennen harjoituksia lyhyitä ja / tai dynaamisia
- Pidemmät venytykset muina aikoina

Testit

- Juoksunopeutta (20 tai 30 m:n lentävä, 30 m lähetyksestä) voi testata harjoitusten yhteydessä samoin kuin vertikaalihyppäjä tai sitten erillisenä testipäivänä, siten että vertikaalihyppy ja juoksunopeus testataan eri päivinä.

Esimerkkivuorokausi

- Herätys klo 9 → aamupala (neljän viljan puuroa, margariinia, tuoremehua, kahvia, monivitamiini- ja hivenainetabletti, kalsium-magnesium -tabletti)
- Välipala n. 30 – 45 min ennen harjoitusta (hedelmä ja/tai tuoremehua)
- Harjoitus klo 11.30 (nopeusharjoitus)
 - Verryttely (hölkkää n. 800 m, radalla, nurmella tai maastossa)
 - Venyttely (aktiivisia venytyksiä ja jalan heilautuksia)
 - Koordinaatiot
 - Tripling: 2 x 30 m

- Polvennostojuoksu: 2 x 40 m
- Pyöritysjuoksu: 2 x 30 m
- Kiihdytysjuoksut
 - 2 – 3 x 60 – 80 m / 4'/8'
- Harjoitusvedot
 - 1 x 60 m, 1 x 80 m / 98 – 100 % / 8 – 10'
- Loppuverryttely
 - muutama kierros hölkkää nurmella
- Palautusjuoma (sama tai hieman pienempi kuin edellä + kreatiinia n. 2 g)
- Sauna + kylmäallas
- Lounas (naudanlihaa, riisiä ja salaattia, vettä) n. klo 14
- Välipalaa (leipää, kahvia, mehua, hedelmä) n. klo 16.30
- Päivällinen (broileria ja pastaa, vettä) + kalsium-magnesium -tabletti klo 19
- Iltapalaa klo 21 – 22
- Nukkumaan klo 23 – 24

5.4 Kilpailukausi

Esimerkkijakson (11 vrk) harjoitukset

Keskiviikko

- Maksimaalinen nopeuskestävyys
 - 1 x 120 m / 95 % /8 - 10'
 - 1 x 150 m / 100 % /12'
 - 1 x 150 m / 97 %

Torstai

- Verryttely + venyttely

Perjantai

- Määräintervalli
 - 2 x 4 x 100 m / 70 – 75 % / 2'/6'

Lauantai

- Kelkanveto
 - 3 x 20 – 30 m x 5 – 15 kg

- Telinemallailua

Sunnuntai

- Verryttely + venyttely

Maanantai

- Nopeus
 - Telinelähtö: 2 x 40 m / 95 – 100 % / 5'/10'
 - 1 x 80 m / 100 %
- Kevyt hieronta

Tiistai

- Lepo

Keskiviikko

- Verryttely + venyttely + vähän koordinaatioita ja telinemallailua

Torstai

- Siirtyminen kisapaikalle
- Verryttely + venyttely

Perjantai

- Aamupäivä: 100 m:n alkuerät
- Ilta: 100 m:n välierät

Lauantai

- Aamupäivä: vähän verryttelyä + venyttelyä
- Ilta: 100 m:n finaali
- Venytykset ennen harjoituksia lyhyitä ja / tai dynaamisia
- Pidemmät venytykset muina aikoina

Kilpailupäivä 1 (alkuerä klo 12.30 ja välierä klo 18)

- Herätys klo 8
- Aamupala klo 8.30 (puuroa, leipää, leikkelettä, levitettä, tomaattia, tuoremehua, kahvia, monivitamiini- ja hivenainetabletti, kalsium-magnesium -tabletti)
- Välipala klo 10 (banaani ja / tai mehua)
- Verryttely (n. 40') klo 11.15
 - Hölkkää n. 800 m
 - Venyttelyä (aktiivisia venytyksiä ja jalan heilautuksia)

- Koordinaatiot
 - Polvennostojuoksu: 1 – 2 x 30 m
 - Tripling: 1 x 20 – 30 m
 - Pyöritysjuoksu: 1 x 30 m
- Kiihdytysjuoksut
 - 1 x 40 – 60 m / n. 90 % / 5', lenkkareilla
 - 1 x 40 – 60 m / n. 95 %, piikkareilla
- Calling klo 12
- Verryttely
 - Kiihdytysjuoksu (n. klo 12.10)
 - 1 x 60 – 80 m / 95 – 97 %
 - Telinemallailu(ja) ennen starttia
- 100 m:n alkuerä noin klo 12.30
- Loppuverryttely
 - Vähän hölkkää + venyttelyä
 - Kylmää jaloille jos saatavilla
 - Palautusjuoma (heraa + maltoa + kreatiinia + kaakaojauhetta)
- Lounas noin klo 13.30 (jotain melko kevyttä ruokaa)
- Lepäilyä hotellilla noin klo 14 – 16
- Välipala klo 16 (banaani + mehua)
- Kofeiinia (100 – 300 mg) klo 16.30
- Verryttely klo 16.45 (samanlainen kuin ennen ae:iä tai kevyempi)
- Välierä klo 18
- Loppuverryttely (samanlainen kuin ae:ien jälkeen)
- Päivällinen noin klo 19.30
- Iltapalaksi hedelmiä, leipää ja tuoremehua, kalsium-magnesium -tabletti
- Nukkumaan klo 23 – 24

Kilpailupäivä 2 (finaali klo 19)

- Herätys klo 9
- Aamupala klo 9.20 (samantapainen kuin edellisenä aamuna)
- Kevyt verryttely + venyttely klo 11.30
- Välipala klo 12.30 (tuoremehua + leipää)
- Lounas klo 14 (jotain melko kevyttä ruokaa)

- Välipala klo 16.45 (hedelmä + tuoremehua)
- Kofeiinia (100 – 300 mg) klo 17.30
- Verryttely klo 17.45
 - Hölkkää n. 800 m
 - Venyttelyä (aktiivisia venytyksiä ja jalan heilautuksia)
 - Koordinaatioita
 - Polvennostajuoksu: 1 – 2 x 30 m
 - Tripling: 1 x 20 – 30 m
 - Pyöritysjuoksu: 1 – 2 x 30 m
 - Kiihdytysjuoksut
 - 1 x 40 – 60 m / n. 90 % / 5', lenkkareilla
 - 1 x 40 – 60 m / n. 95 %, piikkareilla
- Calling klo 18.30
- Verryttely
 - Kiihdytysjuoksu (n. klo 18.40)
 - 1 x 60 – 80 m / 95 – 97 %
 - Telinemallailu(a) ennen starttia
- 100 m:n finaali klo 19
- Palautusjuoma
- Päivällinen klo 20
- Paluu kotiin
- Iltapala

Kilpailun jälkeiset päivät

- **Päivä 1**
 - Hieronta
 - Ruokailut kuten normaaleina harjoituspäivinä
 - Riittävästi unta
- **Päivä 2**
 - Kevyt verryttely + venyttely
 - Ruokailut kuten normaaleina harjoituspäivinä
 - Riittävästi unta

- **Päivä 3**

• Harjoitus

- Telinemallailua
- Määräintervalli: 2 x 5 x 100 m / 70 % / 2'/5'

6 POHDINTA

Biomekaniikka. ”Hyvien” ja ”huonojen” pikajuoksijoiden välillä ei näyttäisi olevan eroa valmiit-asennon polvikulmissa, mutta lonkkakulmien on havaittu olevan pienempiä ”hyvillä” pikajuoksijoilla. Tämä tarkoittaa siis sitä, että telineet ovat lähempänä viivaa (oletuksena, että lähtöasento on muuten samanlainen eli esimerkiksi käsien kulma suhteessa maahan on sama). On toki hyvä muistaa, että tutkimukset, joista nämä nivelkulmatiedot on saatu, ovat 1980- ja 1990-luvulta. Olisikin mielenkiintoista saada valmiit-asennon nivelkulmatietoja tämän päivän huipuilta. Nivelkulmien pienetessä lihas venyy ja täten myös sen voimantuottoaika todennäköisesti kasvaa. Pidentynyt voimantuottoaika ei tietenkään ole positiivinen asia, mutta jos pidemmästä voimantuotosta seurauksena olevasta vauhdin lisäyksestä hyötyy suhteessa enemmän kuin kärsii pidentyneestä voimantuottoajasta, tällöin kyseiset nivelkulmat ovat suositeltavia. Se, kuinka pieniltä tai suurilta nivelkulmilta kannattaa lähteä, riippuu ainakin (nopeus)voimatasosta. Ehkä yleisenä suosituksena voisi kuitenkin suositella sellaisia telineasetuksia, joista urheilija tuntee pääsevänsä suhteellisen helposti, mutta tietysti myös tehokkaasti liikenteeseen.

Juoksunopeus on siis askelpituuden ja -frekvenssin tulo. Askelpituuteen vaikuttaa lähtökohtaisesti jalkalihasten suhteellinen voimantuottonopeus mutta lisäksi muita tekijöitä kuten esim. horisontaali- ja vertikaalinopeus kontaktin loppumishetkellä. Horisontaalinopeuteen vaikuttanee ennen kaikkea sen hetkinen juoksunopeus, mutta tietysti myös jarrutusvaiheen aikainen vauhdin hidastuminen ja työntövaiheen aikainen vauhdin kasvu. Vertikaalinopeuteen taas vaikuttaa kontaktin aikana tuotettu vertikaali-impulssi. Askelfrekvenssi on puolestaan lento- ja kontaktiajan summa tai askelten määrä tietyssä ajassa. Kontaktiaikaan vaikuttaa horisontaalinen nopeus ja massakeskipisteen kulkema matka kontaktin aikana. Lentoaikaan puolestaan vaikuttaa muun muassa vertikaalinopeus kontaktin loppumishetkellä. Suuri frekvenssi saavutetaan siis lyhyellä kontaktivaiheella ja lyhyellä lentovaiheella. Lyhyt lentovaihe tarkoittaa kuitenkin usein myös lyhyttä askelpituutta. Tavoitteena tulisikin olla lyhyt kontaktiaika ja pitkäkö askel. Tämä on tietysti helpommin sanottu kuin tehty. Ja kuten aikaisemmin on käynyt ilmi, löytyy paljon erilaisia variaatioita, miten juosta kovaa – Usain Boltin askelfrekvenssi ME-juoksun (9,69 s) maksiminopeudessa oli 4,69 Hz ja

askelpituus 2,60 m ja vastaavat arvot Maurice Greenellä omassa ME-juoksussaan (9,79 s) olivat 5,05 Hz ja 2,37 m.

Yksi tärkeimmistä asioista 100 m:n suorituksessa, voimantuottonopeuden ja suhteellisen voiman ohella, on tekniikka. Minkälainen on sitten hyvä tekniikka? Ei varmaan voida sanoa, että olisi vain yksi oikea tapa juosta mahdollisimman lujaa, mutta seuraavassa kuitenkin hieman pohdintaa asiaan liittyen.

Pisin voimantuottoaika 100 m suorituksen aikana on heti telinevaiheessa: yleensä noin 310 – 370 ms. Tämän jälkeen voimantuottoaika lyhenee yleisesti ottaen askel askeleelta kunnes saavutetaan maksiminopeus. Kiihdytyksen alkuvaiheessa voimaa alustaan tuotetaan niin lonkan-, polven- kuin nilkanojennuksellakin. Varsinkin ensimmäisten askeleiden laajuutta korostetaan usein laajoilla käsien liikkeillä, jolloin käsi heilahtaa jopa lähes suorana voimakkaasti taakse ja ylös (etenkin ensimmäisen työntövaiheen aikana).

Maksiminopeuden vaiheessa tehoa tuotetaan etenkin lonkalla ja nilkalla, ja polven tulisi pysyä kontaktin ajan lukittuna tai jopa koukistua. Ehkä yleisenä ohjeena voisi kuitenkin pitää sitä, että pyrittäisiin pitämään polvi lukittuna kontaktin ajan. Kontaktin alussa sekä nilkan että polven tulee olla ”tiukkana”, jotta nilkan ja polven ”vuotaminen” saadaan minimoitua. Täten myös saadaan hyödynnettyä elastisen kudoksen venymistä ja supistumista. Myös venytysrefleksi toimii tehokkaammin, kun lihas on jännittyneenä, ja täten voimantuotto tehostuu.

Kun katsotaan Asafa Powellin ja Maurice Greenen juoksua, huomataan että heidän jalkojensa liikkeet maksimijuoksussa ovat aika suppeat – tukijalan polvi ei mene kovin paljon lantion takapuolelle työntövaiheen aikana ja heilahtavan jalan reisi ei nouse edessä vaakatasoon. Työntövaiheen lopussa on myös havaittavissa voimakas ”lantion isku”. Jalan ”painamisessa” kontaktiin on huomattavissa, etenkin Greenen kohdalla, polvenojentuminen (ainakin melkein kokonaan) ja ”vauhdin haku” edestä. Hän ei siis paina jalkateräänsä suoraan alas vaan kuopaisee. Kontaktiin tullessa polvi ei ole täysin ojentuneena, vaan hieman koukussa. Huippujen käsien (ja jalkojen) liikkeet selviävät parhaiten, kun katsoo huippujen juoksua hidastettuna. Käsien liikkeistä voisi mainita kuitenkin sen verran, että kyynärkulma ei ole koko ajan 90 °, vaan esimerkiksi taakse

heilauttava käsi on kohtalaisen suorana vartalon vierellä siinä vaiheessa, kun jalka tulee kontaktiin. Tämän jälkeen käden liikkeessä enemmän taakse kyynärniveli jälleen koukistuu. Tähän ei kuitenkaan välttämättä tarvitse erityisemmin kiinnittää huomiota, sillä luulisin, että useimmilla tällainen käden liike tulee luonnostaan. Myös sen voisi mainita, että yleensä huipuilla kyynärvarsi nousee takaheilahduksen aikana lähes vaakatasoon.

Fysiologia. Sadalla metrillä energiaa saadaan välittömistä energianlähteistä eli ATP-kreatiinifosfaatti -systeemistä sekä anaerobisen glykolyysin avulla. On arvioitu, että välittömien energian lähteiden ja anaerobisen glykolyysin osuudet energiantuotosta 100 m:llä olisivat 50 % ja 50 %. Voisi toki kuvitella, että kasvattamalla kreatiinifosfaattivarastoja voisi kasvattaa välittömistä energian lähteistä saatavan energian osuutta. Kreatiinivarastojen suurentumisen haittana kreatiinitankkauksella on se, että useimmiten tankkaus nostaa painoa, koska kreatiini sitoo vettä. Nopeus- ja nopeuskestävyys harjoittelu puolestaan parantaa ATP-kreatiinifosfaatti -systeemin entsyymien ja glykolyyttisten entsyymien aktiivisuutta sekä parantavat lihasten puskurointikapasiteettia. Entsyymiaktiivisuuksien kasvu mahdollisesti parantaa energiantuoton kapasiteettia ja tehokkuutta ja näin ollen suorituskykyä. Puskurointikapasiteetin kasvu lisää lihaksen kykyä tuottaa energiaa pidempään anaerobisen glykolyysin avulla sekä pidentää lihaksen kykyä supistua tehokkaasti, koska se hidastaa lihaksen pH:n laskua.

Lajin tila Suomessa ja maailmalla. Viime vuosien parhaat suomalaissaavutukset 60 ja 100 m:llä ovat Markus Pöyhösen MM-hallien 7. sija 60 m:llä Birminghamissa 2003 ja Münchenin EM-kilpailujen 4. sija 100 m:llä 2002 ja Johanna Mannisen MM-kisojen välieräpaikka 100 m:llä Edmontonissa 2001. Ajallisesti kovimmat tulokset ovat tehneet Tommi Hartonen (10,21 s) ja Markus Pöyhönen (10,23 s ja 6,58 s) ja naisten puolella Johanna Manninen (11,27 s ja 7,22 s). Heidän jälkeensä viime aikojen kovimmat tulokset kuuluvat Jarkko Ruostekivelle (10,34 s ja 6,61 s), Joni Rautaselle (10,36 s [hallissa] ja 6,68 s) ja Timo Saloselle (6,65 s). Jos ei katsota pelkästään viime vuosien menestystä, niin kaikkein kovin 100 m:n arvokisasaavutus suomalaisittain on Helinä Marjamaan 6. sija Helsingin MM-kisoissa 1983. Myös hänen nimissään oleva SE on erittäin kova: 11,13 s. Tämä tulos olisi riittänyt viime vuoden Euroopan tilastossa sijalle kolme ja maailman tilastossakin sijalle 28. Euroopan kärkitulos miehissä vuonna 2008

oli 10,00 s (Dwain Chambers) ja nopein valkoihoisen juoksema aika samana vuonna oli käsittääkseni 10,13 s (Fabio Cerutti). Maailman tilastokärki vuonna 2008 oli puolestaan Usain Bolt ja taso muutenkin erittäin kova: 14 miestä alle 10 sekuntia. Naisten puolella Euroopan tilastokärki vuonna 2008 oli Kim Gevaert (11,05 s) ja maailman tilaston kärkipaikan jakoivat Torri Edwards ja Shelly-Ann Fraser (10,78 s) ja alle 11 sekunnin juoksi 12 naista.

Mitä kansainväliselle huipulle nouseminen sitten vaatii? Mielestäni se vaatii lahjakkuutta (mm. paljon nopeita lihassoluja), oikeanlaista harjoittelua, suhteellisen terveenä pysymistä ja kunnollisia harjoitusolosuhteita. Toki myös muun muassa ravintopuolen ja urheilun ulkopuolisen elämän tulee olla kunnossa (esim. opiskelu tai työ ei saa olla liian kuormittavaa). Lahjakkuuden mittaamiseen ei mielestäni tarvitse tehdä lihasbiopsiamittauksia, vaan lahjakkuuden varmasti huomaa testi- ja kilpailutuloksista, kun ottaa huomioon urheilijan harjoittelutaustan ja lapsen ollessa kyseessä, myös hänen fyysisen kehityksen tasonsa. Oikeanlainen harjoittelu tarkoittaa sitä, että harjoitusohjelma on yksilöllinen, harjoittelu on tarpeeksi rasittavaa, mutta ei kuitenkaan liian rasittavaa, harjoitellaan oikeita asioita (maksimivoima, nopeusvoima, kimmoisuus, tekniikka, maksiminopeus, nopeuskestävyys) ja sellaista että suuremmilta vammoilta vältytään. Harjoittelun ohjelmointi, riittävä palautuminen ja tehoharjoitusten tekeminen ainakin kohtalaisen hyvävoimaisena/levänneenä ovat harjoittelun kehittävyuden ja myös vammojen ehkäisyn kannalta tärkeitä asioita. Vammojen ehkäisyyn kannattaa käyttää muitakin keinoja ja pidemmän aikaa suhteellisen terveenä pysyminen onkin varmasti edellytys kansainväliselle tasolle nousemiselle. Myös harjoitusolosuhteilla on suuri merkitys niin kehittymisen kuin terveenä pysymisenkin kannalta. Olettaisin että harjoittelemisen 25 – 30 asteen lämpötilassa ulkona ympärivuoden on tehokkaampaa ja ”jalkaystäväellisempää” kuin harjoittelu 200 m:n hallissa alle 20 asteen lämpötilassa tai mahdollisesti vielä heikommassa harjoitusolosuhteissa syksystä kevääseen. Lämpötilan lisäksi halliharjoittelun huono puoli on mielestäni se, että 200 m:n hallissa ei suoralla pysty juoksemaan kuin noin 60 m:ä täysinä, jonka jälkeen pitää ruveta jarruttelemaan. Tietysti pidempiä vetoja voi juosta kiertävällä radalla, mutta tiukahko kaarre asettaa omat haasteensa. Toisaalta suuressa osassa Euroopan maista (esim. Iso-Britannia) ja todennäköisesti myös suuressa osassa Yhdysvaltoja harjoitellaan todennäköisesti talvisin juuri näissä 200 m:n halleissa ja juostaan kovia tuloksia niin halli- kuin ulkoratakaudellakin. Tietysti jos etelässä

käydään harjoittelemassa kilpailuun valmistavalla kaudella, niin kuin yleensä tehdään, on se mahdollisesti riittävää nopeiden ”pitkien” vetojen juoksemiseen. Suomalaiset maajoukkuejuoksijat käyvät, käsittääkseni, kaksi kertaa vuodessa etelässä ja viettävät siellä noin kaksi viikkoa kerrallaan. Olisi kuitenkin mielenkiintoista nähdä olisiko pidemmällä etelässä oleskelulla (esim. 1 – 2 kuukautta) positiivisia vaikutuksia. Tämä tietysti vaatisi ainakin lisärahoitusta.

Viime vuosien saavutuksista etenkin Markus Pöyhösen saavutukset ovat mielestäni, varsinkin Euroopan tasolla hyvää, jopa todella hyvää luokkaa. Mutta miksi muut suomalaiset (Mannisen välieräpaikkaa lukuun ottamatta) eivät ole pystyneet 60 tai 100 m:llä vastaaviin tai vielä parempiin saavutuksiin? Yksi syy on varmasti se, että pikajuoksua harrastetaan paljon kaikkialla maailmassa, joten maailman ja Euroopan huipulle pyrkijöitä riittää ja menestyminen pikajuoksussa on siten vaikeaa. Muita syitä voisivat olla vaivat ja liian heikko maksiminopeus ja mahdollisesti myös puutteellinen nopeuskestävyys. Maksiminopeuden kehittyminen, toki myös nopeuskestävyyden, edellyttäneet muun muassa terveenä pysymistä ja oikeanlaista harjoittelua.

Tämän hetken tilanne suomalaisen 100 ja 60 m:n osalta näyttää kuitenkin kohtalaisen valoisalta. Joni Rautanen juoksi hetki sitten (helmikuu 2009) 100 m hallissa 10,36 s ja 60 m 6,68 s, Jarkko Ruostekivi on tullut kohtalaisen vauhdikkaana takaisin radalle pitkäaikaisen loukkaantumisen jälkeen ja lisäksi heidän taustalla on monia muita lahjakkaita nuoria ja myös hieman vanhempia pikajuoksijoita. Naisten puolella hyviä otteita Johanna Mannisen lisäksi on esittänyt etenkin Sari Keskitalo (11,44 s ja 7,37 s) ja myös naisissa kärjen takanakin on potentiaalia.

7 LÄHTEET

- Akira, I., Fukuda, K. & Kijima, K. 2008. Mid-phase sprinting movements of Tyson Gay and Asafa Powell in the 100-m race during the 2007 IAAF World Championships in Athletics. *IAAF New studies in athletics* 23 (2), 39 – 43.
- Bezodis, I.N, Kerwin, D.G & Salo, A.I.T. 2008. Lower-limb mechanics the support phase of maximum-velocity sprint running. *Medicine and science in sports and exercise* 40 (4), 707 – 715.
- Borg, P., Fogelholm, M. & Hiilloskorpi, H. 2007. *Liikkujan ravitsemus*. Edita Prima Oy, Helsinki.
- Coh, M., Peharec, S. & Bacic, P. 2007. The sprint start: Biomechanical analysis of kinematic, dynamic and electromyographic parameters. *IAAF New studies in athletics* 22 (3), 29 – 38.
- Coh, M., Tomazin, K. & Stuhec, S. 2006. The biomechanical model of the sprint start and block acceleration. *Physical education and sport* 4 (2), 103 – 114.
- Ferro, A., Rivera, A., Pagola, I., Ferreruela, M., Martin, A. & Rocandio, V. 2001. Biomechanical analysis of the 7th World Championships in Athletics Seville 1999. *IAAF New studies in athletics* 16 (1 / 2), 25 – 60.
- Hannus, M. 1999. Greene povaa ME:lle lyhyttä ikää. *Yleisurheilun kuvalehti* 5, 22 – 23.
- Harland, M.J. & Steele, J.R. 1997. Biomechanics of the sprint start. *Sports medicine* 23 (1), 11 – 20.
- Hirvonen, J., Rehunen, S., Rusko, H. & Härkönen, M. 1987. Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. *European journal of applied physiology*, 56, 253 – 259.
- Hunter, J.P., Marshall, R.N. & McNair, P.J. 2004. Interaction of step length and step rate during sprint running. *Medicine and science in sports and exercise* 36 (2), 261 – 271.
- Hunter, J.P., Marshall, R.N. & McNair, P.J. 2004. Segment-interaction analysis of the stance limb in sprint running. *Journal of biomechanics* 37, 1439 – 1446.
- Jouste, P. 2002. Vauhti kasvaa maltilla. *Huippu-urheilu-uutiset* 5, 12 – 15.
- Jouste, P. 2005. Pika- ja aitajuoksun lajiklinikka. *Huippu-urheilu-uutiset* 1, 26 – 27.
- Jouste, P. & Nummela, A. 2005. Hartin ja Doyleyn valmennuksessa ei kikkailla. *Huippu-urheilu-uutiset* 4, 54 – 56.

- Keränen, T. 2005. Ruostekivi loistaa vasta maalissa. *Huippu-urheilu-uutiset* 4, 10 – 13.
- Keränen T. 2008. Uudet miehet – uudet tavat? *Huippu-urheilu-uutiset* 4, 14 – 16.
- Lee, J. 2008. Usain Bolt 100m 10 meter splits and speed endurance. <http://speedendurance.com/2008/08/22/usain-bolt-100m-10-meter-splits-and-speed-endurance/> 3.10.2008.
- Matsuo, A., Tsuchie, H., Yanagija, T., Hirokawa, R., Sugita, M. & Ae, M. 2007. Analysis of speed patterns in 100-m sprints. Japan institute of sports sciences, Jyosai university, Juntendo university, Hokkaido Tokai university, Mie university, Tsukuba university.
- Mero, A. 1988. Force-time characteristics and running velocity of male sprinters during the acceleration phase of sprinting. *Research quarterly for exercise and sport* 59 (2), 94 – 98.
- Mero, A., Komi, P.V. & Gregor, R.J. 1992. Biomechanics of sprint running. *Sports medicine* 13 (6), 376 – 392.
- Mero, A., Komi, P.V., Rusko, H., Hirvonen, J. 1987. Neuromuscular and anaerobic performance of sprinters at maximal and supramaximal speed. *International journal of sports medicine* 8 (supplement 1), 55 – 60.
- Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K.L. & Häkkinen, K. 2004. *Urheiluvalmennus*. VK-kustannus Oy, Lahti.
- Nevalainen, T. 2007. Lisää keskustelua valmentajien välillä. *Huippu-urheilu-uutiset* 5, 50 – 52.
- Newsholme ym. 1992. Kirjassa: McArdle, W.D., Katch, F.I. & Katch, V.L. 2007. *Exercise physiology: energy, nutrition, and human performance*. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore.
- Paruzel-Dyja, M., Walaszczyk, A. & Iskra, J. 2006. Elite male and female sprinters' body build, stride length and stride frequency. *Studies in physical culture and tourism* 13 (1), 33 – 37.
- Salo, A.I.T, Keränen, T. & Viitasalo, J.T. 2005. Force production in the first four steps of sprint running. <http://w4.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/766/689>. 13.1.2009.
- Sonninen, A-P., Nevalainen, T. 2000. Päätt pyörälle. *Yleisurheilun kuvalehti* 6, 13 – 16.
- Wilmore, J.H. & Costill, D.L. 2004. *Physiology of sport and exercise*. Human Kinetics, Champaign, IL

Kirjoittaja ei tiedossa. 2002. Ylikuormitus, yksilöllisyys ja jatkumot Leasen
valmennusaset. Huippu-urheilu-uutiset 5, 10 – 11.

Osakan MM-finalistien väliaikojja ja nopeuksia. (Matsuo ym. 2007).

Men 100m Final (Wind: -0.5m/s)																
rankname	radio time	goal time	top speed m/s	top distance m	%Decrease in speed	Distance(m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1 Tyson Gay USA	0.143	9.85	11.83	65	2.2	elapsed time (s) - speed (m/s) - % max speed	1.90 5.25 44.4	2.94 9.70 82.0	3.86 10.83 91.6	4.73 11.42 96.6	5.59 11.72 99.0	6.44 11.79 99.7	7.28 11.83 100.0	8.13 11.80 99.7	8.99 11.67 98.7	9.85 11.57 97.8
2 Derrick Atkins BAH	0.137	9.91	11.74	55	1.8	elapsed time (s) - speed (m/s) - % max speed	1.89 5.26 45.0	2.93 9.65 82.2	3.87 10.69 91.1	4.75 11.26 95.9	5.62 11.57 98.6	6.47 11.74 100.0	7.32 11.71 99.7	8.18 11.70 99.7	9.04 11.59 98.7	9.91 11.53 98.2
3 Asafa Powell JAM	0.145	9.96	11.79	55	8.1	elapsed time (s) - speed (m/s) - % max speed	1.88 5.31 45.1	2.91 9.73 82.5	3.83 10.83 91.8	4.71 11.38 96.6	5.57 11.67 99.0	6.42 11.79 100.0	7.29 11.51 97.7	8.16 11.51 97.6	9.04 11.34 96.2	9.96 10.84 91.9
5 Churandy Martina AHO	0.180	10.08	11.67	65	2.6	elapsed time (s) - speed (m/s) - % max speed	1.98 5.05 43.3	3.03 9.49 81.3	3.98 10.62 91.0	4.88 11.09 95.0	5.75 11.42 97.8	6.62 11.59 99.2	7.47 11.67 100.0	8.34 11.60 99.4	9.20 11.56 99.0	10.08 11.37 97.4
6 Marlon Devonish GBR	0.149	10.14	11.48	65	3.9	elapsed time (s) - speed (m/s) - % max speed	1.96 5.11 44.6	3.00 9.60 83.7	3.95 10.52 91.7	4.85 11.09 96.7	5.73 11.31 98.6	6.61 11.42 99.5	7.48 11.48 100.0	8.36 11.37 99.1	9.23 11.42 99.5	10.14 11.03 96.1
Women 100m final (Wind: -0.2m/s), & best time(Wind: -0.1m/s)																
rankname	radio time	goal time	top speed m/s	top distance m	%Decrease in speed	Distance (m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1 Veronica Campbell JAM	0.167	11.01	10.56	55	9.3	elapsed time (s) - speed (m/s) - % max speed	2.01 4.97 47.1	3.14 8.84 83.7	4.15 9.96 94.3	5.11 10.36 98.0	6.07 10.46 99.0	7.02 10.56 100.0	7.97 10.45 98.9	8.96 10.12 95.8	9.97 9.94 94.1	11.01 9.89 90.7
2 Lauryn Williams USA	0.145	11.01	10.40	45	6.1	elapsed time (s) - speed (m/s) - % max	2.01 4.97 47.8	3.13 8.97 86.2	4.13 9.95 96.7	5.10 10.32 99.3	6.06 10.40 100.0	7.03 10.37 99.5	8.00 10.35 97.5	8.98 10.14 95.7	9.99 9.86 95.7	11.01 9.76 93.9
4 Tori Edwards USA	0.141	11.06	10.45	45	7.3	elapsed time (s) - speed (m/s) - % max	2.00 5.01 47.9	3.12 8.93 84.9	4.15 9.93 98.6	5.12 10.25 98.1	6.08 10.45 100.0	7.04 10.42 98.9	8.01 10.33 98.2	9.00 10.06 94.2	10.02 9.88 94.2	11.05 9.68 92.7
5 Kim Gevaert BEL	0.143	11.06	10.32	55	6.9	elapsed time (s) - speed (m/s) - % max	1.98 5.06 49.0	3.10 8.92 86.4	4.11 9.86 97.6	5.10 10.33 99.8	6.08 10.32 100.0	7.04 10.32 98.0	8.02 10.23 96.6	9.01 10.12 96.6	10.01 9.87 93.1	11.05 9.81 90.1
6 Christine Arron FRA	0.164	11.08	10.41	45	7.9	elapsed time (s) - speed (m/s) - % max	2.00 4.93 47.3	3.15 8.93 85.9	4.16 9.87 94.5	5.13 10.41 98.9	6.09 10.41 100.0	7.06 10.41 98.8	8.03 10.23 96.4	9.02 10.04 94.7	10.04 9.86 94.7	11.08 9.59 92.1
SF Veronica Campbell JAM	0.144	10.99	10.46	55	9.5	elapsed time (s) - speed (m/s) - % max	1.99 4.93 47.7	3.12 8.94 85.4	4.12 9.88 96.5	5.10 10.33 97.6	6.07 10.33 100.0	7.02 10.33 99.4	7.98 10.33 98.4	8.96 10.33 96.5	9.96 10.32 96.5	10.99 9.77 90.5