

Maksimijuoksutekniikan mittaaminen ja kehittäminen

Kehitystyö, Ilkka Vänskä, VAT 18

Johdanto	2
400 metrin juoksu	4
Juoksutekniikan malli	6
Juoksutekniikan mittaaminen	12
Maksimijuoksutekniikan kehittäminen	15
Maksimijuoksutekniikan kehittäminen käytännössä	20
Pohdinta	26
Ulkoiset viitteet	27
Lähteet	29

Johdanto

Tämä on valmentajan ammattitutkintoon sisältyvä kehitystyö. Kehitystyön tarkoituksena on opiskelijan valmennuksellisen ammattitaidon kehittäminen hänen itsensä valitsemalla aihealueella.

Urheilijan motivaatioon vaikuttaa käsitys omasta jatkuvasta kehittymisestä.¹ Yleisurheilussa urheilijan kehittymisen selkein mittari on oman kilpailutuloksen kehittyminen. Harjoituskauden aikana urheilijan kehittymisen seurannassa käytetään yleisesti fyysisen suorituskyvyn testejä. Yleensä testeissä mitataan objektiivisesti tuloksen kehittymistä yksiselitteisiä mittayksiköitä käyttäen. Tällaisia mittayksiköitä ovat esimerkiksi metrit ja sentit (mm. loikka-, kuulanheitto- yms. testeissä), sekunnit (mm. nopeustesteissä) ja kilogrammat (esim. voimatesteissä).

Urheilijan tekniikan ja taidon arvioiminen on usein subjektiivisempaa kuin fyysisten ominaisuuksien mittaaminen. Urheilija-valmentaja suhteessa valmentajan *tekniikkasilmä* sekä urheilijan liiketuntemus lienevät yleisimmät tekniikan tason mittarit. Subjektiivisessa tekniikan arvioinnissa käytetään vertailevia ilmaisuja, joissa taidon tasoa verrataan aiempaan taidon tasoon. Tällaisia ilmaisuja voivat olla muun muassa ”nyt suoritus oli parempi/huonompi kuin edellinen” tai ”lajitaito on parantunut/tekniikka on kateissa”. Ilmaisut ovat epämääräisiä, koska taidon kehittymisen määrä ei ole tarkka. Tämä aiheuttaa kysymyksiä harjoitustilanteessa: ”Kuinka paljon parempi/huonompi tämä suoritus oli kuin edellinen?”, ”Miltä osin tämä suoritus oli parempi/huonompi kuin edellinen?”, ”Miksi tulos ei parane, vaikka harjoituksissa saadun palautteen perusteella tekniikka on parantunut?”, ”Oliko tämä suoritus todellakin tekniikaltaan parempi kuin edellinen? Vai yhtä hyvä? Oliko tämä suoritus parempi kuin viime harjoituksessa?”. Tämän työn pyrkimys on vähentää valmentajan tekniikkasilmän merkitystä valmennustilanteessa. Valmentaja on altis havaintovääristymille: urheilijan suoritus saattaa näyttää paremmalta tai huonommalta kuin se tosiasia onkaan.

Tämä työ käsittelee juoksijan maksimijuoksun mekaniikan mittaamista ja kehittämistä. Maksimijuoksun eri vaiheet kestävät joitakin kymmeniä millisekunteja. Tällöin silmämääräinen tarkka havainnointi on altis virheille ja puutteille. Tässä työssä maksimijuoksun mittaamista tarkastellaan suomalaisen 18-vuotiaan 400 metrin juoksijan näkökulmasta. Työssä esiteltävä maksimijuoksun mittaustapa sekä maksimijuoksun kehittämistä tukevat harjoitukset sopivat sellaisenaan kaikkiin muihinkin lajeihin, joissa halutaan kehittää urheilijan eteenpäin suuntautuvaa suoraa maksiminopeutta.

Tässä työssä esitellään aluksi 400 metrin juoksua yleisesti, pohditaan mitkä ovat tulokseen vaikuttavat keskeisimmät tekijät. Pohdinnan tuloksena havaitaan, että tärkein tulokseen vaikuttava tekijä on urheilijan maksiminopeus. Juoksijan maksiminopeuteen vaikuttavia tekijöitä on useita. Tämä kehitystyö keskittyy urheilijan maksimijuoksun mekaniikan kehittämiseen. Työssä esitellään yhdysvaltalaisen Loren Seagraven dokumentoima *Sprint Cycle*-malli, jolla voidaan analysoida juoksijan tekniikkaa.²

Maksimijuoksutekniikan mallin esittämisen jälkeen esitellään Binary Video Analysis-työkalu, jolla juoksijan maksimijuoksun tekniikkaa voidaan mitata päivittäisvalmennuksen yhteydessä.³ Samassa yhteydessä esitellään lyhyesti, kuinka urheilijan nopeutta voidaan

mitata luotettavasti eri tilanteissa niin, että ainoa elektroninen käytettävä laite on nykyaikainen älypuhelin.⁴

Seuraavaksi esitellään juoksumekaniikan kehittämiseen käytettäviä drillejä. Drillit nojaavat Sprint Cycle-teorian mukaiseen juoksutekniikan vaiheistukseen niin, että jokaisella esitellyllä drillillä pyritään vaikuttamaan tiettyihin juoksutekniikan osiin. Drillien kuvaukset perustuvat Seagraven Kuortaneen voimaseminaarissa 2006 pitämään esitelmään.⁵ Ne muodostavat harmonisen kokonaisuuden Sprint Cycle-teorian kanssa.

Drillien teoreettisen käsittelyn jälkeen esitellään eräs käytännön toteutus drillien käytöstä 400 metrin juoksijan maksiminopeusharjoitteina. Käytännön toteutuksessa drilleistä muodostui kuuden harjoitusession kokonaisuus. Harjoituskokonaisuuden jälkeen voitiin aiemmin kuvattuja työkaluja käyttäen mitata, että urheilijan maksimijuoksutekniikka oli kehittynyt. Lisäksi voitiin todeta urheilijan 20 metrin lentävän nopeustestin ennätyksen kehittyneen 0,08 s ajasta 2,15 s aikaan 2,07 s.

Lopuksi pohditaan kehitystyön käytettävyyttä ja luotettavuutta sekä arvioidaan kuinka kirjoittaja tulee käyttämään kehitystyöstä saatuja oppeja jatkossa.

400 metrin juoksu

400 metrin juoksijan valmennuksen kehittämisen peruskysymyksiä ovat: mitkä ominaisuudet ja asiat ratkaisevat urheilijan 400 metrin tuloksen? Mitä asioita kannattaa kehittää, että 400 metrin tulos paranee? Kuinka ominaisuuksia kannattaa kehittää?

400 metrin juoksu on yleisurheilulaji, jossa hyväksytty lajisuoritus on määritelty kansainvälisissä säännöissä.⁶ Suoritus toteutetaan ulkoradoilla 400 metrin radalla, jossa urheilija juoksee 400 metrin matkan omaa rataansa lähdöstä maaliin. Urheilijan on käytettävä lähtötelineitä. Tulos on virallinen vain jos aika on mitattu käyttäen yleisesti hyväksyttyä sähköistä ajanottojärjestelmää. Lajin suoritustavasta johtuen tulokset ovat maailmanlaajuisesti vertailukelpoisia.

400 metrin juoksun tulokseen vaikuttavat tekijät

Käytäntö on osoittanut, että urheilija ei voi juosta 400 metriä maksimaalisella nopeudella. Ihmisen fysiologisista ominaisuuksista johtuen urheilija voi ylläpitää maksimaalista nopeutta vain joitakin sekunteja, jonka jälkeen etenemisnopeus alkaa hidastua. (12)

Kun urheilija juoksee hitaammin kuin maksimaalisella nopeudella, hän voi ylläpitää vauhtiaan kauemmin. Kyseessä on harjoittelemalla kehitettävä ominaisuus, josta käytetään nimitystä nopeuskestävyys. Urheilija voi kehittää nopeuskestävyyttään niin, että hänen kykynsä ylläpitää esimerkiksi juoksunopeutta, joka vastaa 95 prosenttia hänen maksiminopeudestaan paranee.⁷

400 metrin juoksijan nopeuskestävyyden tasoa voidaan arvioida vertaamalla urheilijan nopeuden maksimitasoa 400 metrin aikaan. Koska maailman huippujen nopeustestien tuloksia on saatavilla vain rajallisesti, voidaan vertailu tehdä 100 metrin ennätykseen. Tätä kirjoitettaessa miesten 400 metrin Maailman ennätys on eteläafrikkalaisen Wayne van Niekerkin nimissä ajalla 43,03 s. Hänen 100 metrin ennätys on 9,94 s.⁸ Ennätyksiä verrattaessa voidaan todeta, että hän käytti 400 metrillä ainakin

$$43,03 \text{ s} - 4 * 9,94 \text{ s}$$

$$= 3,27 \text{ s}$$

enemmän aikaa kuin jos hän olisi juossut koko matkan maksimaalisella nopeudella. Jatkossa tästä erotuksesta käytetään nimitystä *nopeuskestävyystekijä*. Wayne Van Niekerkin nopeuskestävyystekijään viitataan jatkossa lyhenteellä NK(WvN/100m).

Valmentajalla voi olla käytössä omien urheilijoidensa maksiminopeudesta tarkempaa tietoa kuin 100 metrin kilpailutulos. Tyypillisiä maksiminopeustestejä ovat muun muassa 20 ja 30 metrin lentävät juoksutestit. Nopeuskestävyystekijä voidaan laskea tarkemmin käyttäen näiden testien tuloksia.

Esimerkki a)

Urheilijan A 400 metrin tulos on 51,65 s ja lentävän 20 metrin tulos on 2,15 s. 20 metriä on 1/20 400 metristä. Nopeuskestävyystekijäksi voidaan laskea

$$51,65 \text{ s} - 20 * 2,15 \text{ s}$$

$$= 8,65 \text{ s.}$$

Tästä käytetään jatkossa lyhennettä NK(A/20m).

Esimerkki b)

Urheilijan A 100 metrin ennätys on 11,89 s.

Nopeuskestävyystekijäksi saadaan

$$51,65 \text{ s} - 4 * 11,89 \text{ s}$$

$$= 4,09 \text{ s.}$$

Tästä käytetään jatkossa lyhennettä NK(A/100m).

Tarkasteltaessa edellisiä esimerkkejä havaitaan, että urheilijan 400 metrin tulokseen vaikuttaa kaksi tekijää: nopeuskestävyystekijä sekä toinen tekijä, jossa on käytetty joko 100 metrin tai 20 metrin lentävän testin tulosta. Toisesta tekijästä käytetään jatkossa nimitystä *maksiminopeustekijä*. 400 metrin tulos voidaan näin sieventää seuraavasti:

$$400 \text{ metrin tulos} = \text{maksiminopeustekijä} + \text{nopeuskestävyystekijä.}$$

Vertaillaan urheilijan A ja Wayde van Niekerkin nopeuskestävyystekijöitä

$$\text{NK(A/100m)} - \text{NK(WvN/100m)}$$

$$= 4,09 \text{ s} - 3,27 \text{ s}$$

$$= 0,82 \text{ s}$$

Käytännössä erotus tarkoittaa, että jos urheilija A pystyy vuosia kestäväällä nopeuskestävyysharjoittelulla kehittämään nopeuskestävyysominaisuutensa Wayde van Niekerkin tasolle, hänen 400 metrin tuloksensa 51,65 s paranee 0,82 s tulokseen 50,83 s. Tässä oletetaan, että maksiminopeustekijä pysyy samana.

Vastaavasti jos urheilija A kehittää maksiminopeuttaan niin, että hänen 20 metrin lentävän tuloksensa paranee aikaan 2,00 s ja nopeuskestävyystekijä pysyy samana, hänen 400 metrin tuloksensa paranee aikaan

$$\text{NK(A/20m)} + 20 * 2,00 \text{ s}$$

$$= 8,65 \text{ s} + 20 * 2,00 \text{ s}$$

$$= 48,65 \text{ s.}$$

Näihin havaintoihin perustuen voidaan päätellä, että parantaakseen 400 metrin tulostaan urheilijan A kannattaa keskittyä enemmän maksiminopeustekijän kuin nopeuskestävyystekijän kehittämiseen.

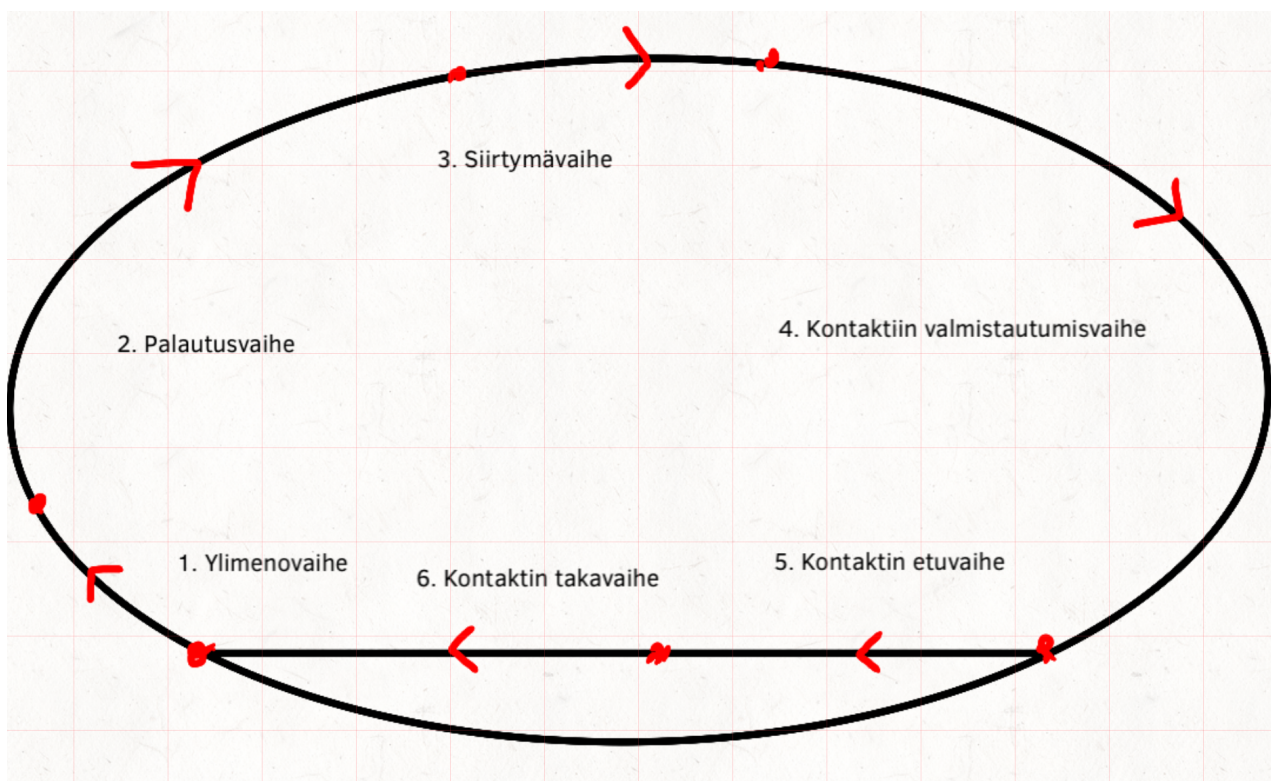
Juoksutekniikan malli

Juoksutekniikkaa voidaan tarkastella eri tavoin. Käytössä ovat esimerkiksi Dan Pfaffin⁹ ALTIS-kinogram-metodi¹⁰, Tom Tellezin¹¹ malli¹² ja Frans Boschin malli¹³. Useissa pikajuoksua käsittelevissä tieteellisissä tutkimuksissa todetaan juoksutekniikan keskeinen merkitys pikajuoksutulokseen. Tästä huolimatta on olemassa vain vähän tutkittua tietoa, kuinka optimaalinen tekniikka voidaan saavuttaa.¹⁴ Käytäntö on osoittanut, että nopeus on taito, joka voidaan oppia ja jota voidaan kehittää.¹⁵

Tässä työssä nojaututaan Loren Seagraven esittelemään *Sprint Cycle*-malliin. Seagraven mallista on julkisesti saatavilla hänen itsensä dokumentoima kuvaus (1). Lisäksi Seagrave on käynyt useampia kertoja Suomessa luennoimassa pikajuoksutekniikan kehittämisestä. Kirjoittajan mielestä Seagrave lähestyy pikajuoksun valmentamista vahvasti juoksijan tekniikan kehittämisen kautta, joten hänen mallinsa soveltuu hyvin tämän työn pohjaksi. Kuortaneen kansainvälisessä Voimavalmennusseminaarissa 2006 Seagrave esitteli Sprint Cyclen lisäksi valmennettaviensa juoksutekniikan kehittämisessä käyttämiänsä drillejä (4). Esitelmässään Seagrave kuvasi kattavasti drillien halutut toteutustavat sekä tavoitellut harjoitusvaikutukset juoksuaskelen eri vaiheisiin.

Sprint Cycle

Loren Seagraven esittelemässä Sprint Cycle-mallissa juoksuaskel alkaa siitä hetkestä, kun jalka irtaamaasta.(1) Askel jakautuu kuuteen vaiheeseen: ylimenovaihe (residual phase), palautusvaihe (recovery phase), siirtymävaihe (transition phase), kontaktiin valmistautumisvaihe (ground preparation phase), kontaktin etuvaihe (frontside phase) ja kontaktin takavaihe (backside phase).



Kuva 1. Sprint Cyclen vaiheet kuvattuna ellipsin kehällä. Kontaktivaihe on kuvattu vaakasuorana viivana.

Tärkeimpiä juoksunopeuteen vaikuttavia tekijöitä on juoksijan alustaa vasten tuottama vaakasuora teho.¹⁶ Juoksija voi tuottaa alustaa vasten tehoa ainoastaan ollessaan kontaktissa maahan. Tästä johtuen kontaktin etu- ja takavaiheet ovat tärkeimmät juoksuaskeleen vaiheet.

Sprint Cycle-mallissa juoksuaskelta ajatellaan prosessina, jossa jälkimmäisenä toteutuvan vaiheen laadukkuuden määrää edeltävän vaiheen laatu. Toisin sanoen kontaktin takavaihe ei voi olla laadukas ellei kontaktin etuvaihe ole laadukas. Vastaavasti kontaktin etuvaihe ei voi olla laadukas ellei kontaktiin valmistava vaihe ole laadukas. Tästä seuraa, että prosessin ensimmäisen vaiheen suorituksen laatu vaikuttaa lopulta koko askeleen laatuun.

Seuraavissa aliluvuissa esitellään lyhyesti Sprint Cyclen eri vaiheet.

Ylimenovaihe



Kuva 2. Justin Gatlin¹⁷, oikean jalan ylimenovaiheen alku ja loppu.

Ylimenovaihe alkaa, kun jalka irtaamaasta. Se päättyy, kun reiden liike kääntyy eteenpäin, eli kun lonkka alkaa koukistua. Tyypillisesti lonkka jatkaa ojentumista kontaktin päättymisen jälkeen urheilijan yrittäessä kiihdyttää reiden liikettä koko kontaktin ajan. Reiden eteenpäin suuntautuvan liikkeen aloittamisen on todettu olevan yhteydessä nilkan koukistumisen alkamiseen (lähde). Parhailla juoksijoilla nilkan koukistumisen on todettu alkavan aikaisemmin kuin heikompi tasoilla juoksijoilla eli jo kontaktin keskivaiheilla. Seagraven mukaan valmentajan tulee ohjeistaa juoksijaa vetämään varpaita ylös kontaktin aikana.

Ylimenovaihe on Sprint Cyclen vaiheista se, josta voidaan helpoimmin vähentää heilahdukseen kuluva aika. Mitä lyhyempi ylimenovaihe on, sitä parempaan asemaan heilahtava jalka ennättää ennen kuin vastakkainen jalka on maassa.

Palautusvaihe



Kuva 3. Justin Gatlin, oikean jalan palautusvaiheen alku ja loppu.

Palautusvaihe alkaa kun reiden liikesuunta kääntyy eteenpäin, eli kun lonkka alkaa koukistua. Vaihe loppuu, kun reiden liike alkaa hidastua, elilonkan kulmakiihtyvyyden muuttuessa negatiiviseksi. Tavoitteena on maksimoida reiden kiihtyvyys minimoimalla reiden hitausmomentti. Käytännössä urheilijan pyrkimys on koukistaa nilkka ja polvi mahdollisimman nopeasti, jolloin reiden ja säären aiheuttaman hidastavan voiman varsi on mahdollisimman lyhyt.¹⁸

Palautusvaiheessa nilkka on edelleen koukistuneena, jolloin myös polven ja lonkan koukistajat aktivoituvat mahdollistaen reiden hitausmomentin pienentämisen. Ylimenovaiheen lisäksi ainoastaan palautusvaihetta lyhentämällä voidaan Seagraven mukaan lyhentää askeleen lentovaiheessa kuluvaa aikaa.

Siirtymävaihe



Kuva 4. Justin Gatlin, oikean jalan siirtymävaiheen alku ja loppu.

Siirtymävaihe alkaa, kun heilahtavan reiden liike alkaa hidastua eli kun lonkan koukistumisen kulmakiikkyvyys muuttuu negatiiviseksi. Siirtymävaihe päättyy, kun heilahtavan reiden liikesuunta kääntyy, eli kun lonkka alkaa ojentua. Tämä vaihe ajoittuu samalle hetkelle kuin vastakkaisen jalan irtoaminen maasta. Hyvin suoritettu siirtymävaihe keventää ja tehostaa Seagraven mukaan vastakkaisen jalan maastairtoamista.

Kontaktiivalmistautumisvaihe



Kuva 5. Justin Gatlin, oikean jalan kontaktiivalmistautumisvaiheen alku ja loppu.

Kontaktiivalmistautumisvaihe alkaa, kun reiden liikesuunta kääntyy taaksepäin, eli kun lonkka alkaa ojentua. Vaihe päättyy jalan osuessa maahan.

Seagraven mukaan tämä on Sprint Cyclen toiseksi tärkein vaihe, jonka hyvällä suorittamisella on vahva yhteys mahdollisimman kovan juoksuvauhdin saavuttamiseen. Vaiheen tavoitteena on saavuttaa mahdollisimman suuri lonkan kulmakiikkyvyys maahan osuttaessa. Käytännössä urheilija kiihdyttää reittä aktiivisesti tehden töitä pakaroilla ja muilla lonkan ojentajilla.

Juuri ennen kontaktia huippujuoksijoilla ilmenee polven ympäristön lihasten yhtäaikainen supistuminen, joka stabiloi polven. Seagraven mukaan tästä seuraa jalan muuttuminen ”lasikuituseipäksi”, johon voidaan kontaktin aikana varata energiaa.

Kontaktin etuvaihe



Kuva 6. Justin Gatlin, oikean jalan kontaktin etuvaiheen alku ja loppu.

Kontaktin etuvaihe alkaa, kun jalka koskettaa maata. Se päättyy, kun jalka on kehon painopisteen alla eli likimäärin sillä hetkellä, kun kantapää on pakaralla.

Etuvaiheen tarkoitus on siirtää kehon painopiste mahdollisimman lyhyessä ajassa kontaktin alusta kontaktin keskivaiheen kautta irrotusvaiheeseen. Parhailla juoksijoilla lonkan ojentuminen kiihtyy vielä kontaktin etuvaiheessa. Polven ei tulisi koukistua liian paljon etuvaiheen aikana.

Kontaktin takavaihe



Kuva 7. Justin Gatlin, oikean jalan kontaktin takavaiheen alku ja loppu.

Kontaktin takavaihe alkaa, kun jalka on kehon painopisteen alla. Vaihe päättyy jalan irrotessa maasta. Kontaktin etuvaiheessa varastoituneen energian purkaminen ei saisi tapahtua niin, että polvi ojentuu täydellisesti. Tämä johtaisi hitaaseen ylimenovaiheeseen, koska lonkka olisi liikaa yliojentunut.

Juoksutekniikan mittaaminen

Tässä luvussa kuvataan, kuinka juoksutekniikan mittaamisen voi käytännössä toteuttaa. Juoksutekniikasta on mahdollista erotella useita mitattavia kohteita. Näitä ovat mm. askelpituus, askeltiheys, nivelkulmat eri ajanhetkillä, kulmakiihtyvyydet, raajojen asennot suhteessa toisiinsa tai maanpintaan, eri suuntiin tuotetut voimat ja tehot ja niin edelleen. Käytännön sovellettavuuden takia kaikista mahdollisista mitattavista kohteista valitaan aluksi muutamia, joita kirjoittaja pitää keskeisimpinä. Tämän jälkeen esitellään lyhyesti mittauksessa käsiteltävä ohjelmisto sekä mittausanalyysin käytännön toteutus.

Mitattavien kohteiden määrittäminen

Pikajuoksijan saavuttama nopeus on askelpituuden ja askelfrekvenssin tulo. Näiden muuttujien mittaaminen olisi varsin helppoa, mutta ei kovin kiinnostavaa. Mielestäni molemmat ovat seurausta juoksijan fyysistä ominaisuuksista sekä juoksun mekaniikasta. Mekaniikan kehittyessä molemmat tai jompi kumpi edellisistä kehittyä, jolloin nopeus paranee.

Pikajuoksuvalmentaja PJ Vazel määrittelee tieteellisiin tutkimuksiin perustuen eräiksi hyvän pikajuoksutekniikan tunnusmerkeiksi reisien välisen kulman jalan osuessa maahan sekä sopivan polvikulman irrotusvaiheessa ¹⁹. Loren Seagrave mainitsee, että ylimenovaiheen kestoa lyhentämällä voidaan lyhentää ilmalentovaiheen kestoa, eikä polvikulma saa muuttua liikaa kontaktin aikana (1). Lisäksi on todettu, että heilahtavan jalan nopeuden lisääminen parantaa juoksunopeutta²⁰. Nämä kaikki muuttujat ovat mitattavissa sekä perustellusti parantavat juoksunopeutta kehittyessään.

Käytettävät työkalut

Juoksumekaniikan mittaaminen asettaa valittavalle työkalulle ominaisuusvaatimuksia. Näitä ovat

- juoksusuorituksesta kuvattua videota tulee voida käyttää analyysin pohjana
- työn alla oleva analyysi täytyy voida tallentaa milloin tahansa ja analyysia on kyettävä jatkamaan siitä, mihin sen aiemmin on jättänyt
- valmis analyysivideo on pystyttävä tallentamaan uutena videona niin, että alkuperäinen analyysivideo säilyy koskemattomana
- työkalun on toimittava Apple iPadissa, jolloin analyysin voi tehdä missä vain
- raajojen ja vartalon nivelkulmia sekä nivelkulmien muutoksia täytyy voida mitata riittävän tarkasti suorituksen eri vaiheissa
- työkalun täytyy kyetä laskemaan eri nivelten kulmakiihtyvyydet eri ajanhetkillä. Kulmakiihtyvyyksien manuaalinen laskeminen on erittäin työlästä.
- työkalun avulla videolta täytyy pystyä määrittämään pituuksia ja välimatkoja riittävällä tarkkuudella
- työkalun käytettävyyden tulee olla niin hyvä, että kirjoittaja pystyy harjoittelemaan työkalun käytön niin, että hän kykenee tekemään juoksumekaniikka-analyyseja kohtuullisessa ajassa. Käytännössä analyysi täytyy kyetä tekemään harjoituksen jälkeen saman päivän aikana.

Ihmisen liikkumisen analysointiin ja mittaamiseen on olemassa paljon työkaluja. Työkalulle asetetuista vaatimuksista kulmakiihtyvyyksien järkevä laskeminen ja näyttäminen osoittautui ominaisuudeksi, jota useimmissa työkaluissa ei ollut.

Analyysityökaluksi löytyi slovakialaisen Binarts s.r.o - yhtiön Binary Video Analysis-työkalu. (3) Työkalu on maksullinen ja se on kehitetty yhdessä Speedworks Training-yhtiön kanssa.²¹ Binary Video Analysis sisältää kaikki edellä mainitut ominaisuudet. Lisäksi työkalulla on mahdollista tulkita nivelpisteiden nopeuksia ja kiihtyvyyksiä sekä tehoja eri vaiheissa.

Keskeisintä analyysityökalussa on nivelpisteiden sijainnin määrittäminen eri ajan hetkillä. Tällä työkalulla pisteiden tunnistaminen tapahtuu pääosin manuaalisesti niin, että käyttäjän on itse tunnistettava videon pysäytyskuvista nivelten sijainnit eri ajanhetkillä. Pääosa analyysin tekemiseen kuluva ajasta menee tähän työhön. Tätä kirjoitettaessa työkalu pystyy arvioimaan nivelten sijainteja niin, että esimerkiksi nopeudella 240 framea sekunnissa kuvastusta askelparista, jonka kesto on noin 100 framea, käyttäjä joutuu itse määrittämään nivelpisteet noin 20-30 frameen työkalun avustaessa loput.

Kirjoitushetkellä Binary Video Analysis-työkalussa on jo toteutettu tekoälyavusteinen nivelpisteiden tunnistaminen, joka kuitenkin toistaiseksi vaatii niin paljon manuaalista korjaamista ettei se vielä ole aidosti käyttökelpoinen. Tulevaisuudessa, kun tekoäly kykenee tunnistamaan kaikki nivelpisteet videokuvasta luotettavasti myös analyysien tekeminen helpottunee merkittävästi.

Binary Video Analysis-työkalu näyttää olevan pienelle asiantuntijakohderyhmälle suunnattu työkalu. Kehitysresursseja ei juurikaan ole suunnattu käyttöohjeiden eikä käytettävyyden kehittämiseen. Saatavilla on vähän ohjeita ja muutamia videotutoriaaleja, jolloin vastuu työkalun käytön oppimisesta jää käyttäjälle itselleen. Kirjoittajalla meni noin kaksi työpäivää työkalun oppimiseen niin, että oppimisen taso saavutti pisteen, jossa juoksuharjoituksen yksittäisen videoanalyysin pystyi tekemään alle tunnissa.

Kirjoitushetkellä ohjelmisto sisältää useita käytettävyydspuutteita. Esimerkiksi tallennusvaiheessa ohjelmisto saattaa poistaa koko tehdyn analyysin. Käyttäjä saattaa vahingossa poistaa analyysistä osia. Vietävän videon kuvasuhde saattaa vääristyä. Videossa käytettävä tavallisesta poikkeava nopeus saattaa aiheuttaa ongelmia. Ongelmat oppii kuitenkin kiertämään ajan kanssa niin, että ohjelmistoa voi käyttää arkisessa valmennustyössä.

Mittaustilanteen toteutus

Maksimijuoksun tekniikan mittaamisessa on olennaista, että eri aikoina ja eri paikoissa tehdyt mittaukset olisivat toteutettu mahdollisimman samalla tavalla, jolloin mittaustuloksia on mahdollista verrata keskenään. Tässä työssä käytettyä 20 metrin lentäväm mittaustapaa on käytetty tieteellisessä tutkimuksessa, jossa on validoitu käytetyn menetelmän tarkkuus. (4)

Mittaustilanteessa on käytetty Apple iPhone 11 Pro-matkapuhelimen kameraa. Kameran 13 mm polttoväli tarjoaa 120 asteen kuvakulman. Tämä ominaisuus mahdollistaa 20 metrin juoksun kuvaamisen paikallaan olevalla kameralla niin, että kameran etäisyys juoksuradasta on noin 11 metriä. Tällöin videokuvan laatu on riittävä liikeanalyysin tekemiseen. Koska kamera on mittaustilanteessa jalustalla liikkumatta, voidaan vastaava testitilanne toistaa eri paikoissa. 120 asteen kuvakulma mahdollistaa vastaavasti 10 metrin juoksun kuvaamisen kokonaan noin 6 metrin päästä, jolloin vakiodun kuvaustapahtuman voi järjestää varsin pienessä tilassa esimerkiksi sisätiloissa.

20 metrin lentävän mittaustilanteessa kamera on jalustalla juoksun keskikohdassa, noin 11 metrin päässä radasta, juoksijan lantion korkeudella. Mittauksen alkamis- ja loppumipaikat merkitään kolmijaloilla tutkimuksessa (4) esitetyllä tavalla. Kolmijalat asetetaan niin, että juoksijan saapuessa videokuvassa kolmijalan kohdalle tiedetään hänen ylittävän samalla ajanhetkellä ajanoton aloittamispaikan. Vastaavalla tavalla toimitaan maalipisteessä.

Mittaustilanteen vahvuus on, että ainoa elektroninen apuväline on matkapuhelin. Muut tarvittavat välineet ovat kameran jalka ja neljä kolmijalkaa. Heikkous on, että mittaustulokset eivät ole saatavilla heti suorituksen jälkeen, vaan tulokset esimerkiksi 20 metrin lentävässä testissä on todettava videolta.

Maksimijuoksutekniikan kehittäminen

Maksimijuoksun tekniikan kehittäminen on vaativa oppimisprosessi. Valmentajan täytyy pystyä kommunikoimaan urheilijalle tekniikan tavoitetilä eli suunta, jota kohti urheilijan tekniikkaa halutaan kehittää. Urheilijan tieto- ja taitotasosta riippuen valmentajan tulisi kommunikoida tekniikan tavoitetilä urheilijalle niin, että urheilija ymmärtää miten halutut muutokset parantavat urheilijan suoritusta. Valmentajalla ja urheilijalla tulisi olla mahdollisimman yhteneväinen ymmärrys siitä mitä harjoitteilla halutaan saavuttaa ja miksi. Valmentajan tulee luoda harjoitustapahtuma sellaiseksi, jossa urheilijan on mahdollista oppia haastaviakin uusia asioita.²²

Käytettävät harjoitteet

Seuraavat drillit ovat Loren Seagraven valmennuksessa käyttämiä. Esityksessään Kuortaneen Voimavalmennusseminaarissa Seagrave kuvasi suullisesti drillien suoritustavat sekä Sprint Cyclen vaiheet, joihin drilleillä halutaan vaikuttaa. Drillien yhteyteen kootut halutut vaikutukset sekä Seagraven kommentit on koottu seminaarin videotallenteesta. Esityksestä on poimittu tähän työhön ainoastaan ne drillit, joita käytettiin urheilijan A myöhemmin esitettävässä esimerkkitapauksessa. Jokaisen drillin yhteyteen on kirjattu kirjoittajan vapaa suomennos drillistä sekä mahdollinen yleisemmin käytössä oleva suomenkielinen nimi. Koska harjoitteet ovat videomuodossa, niitä ei kuvailla sanallisesti sen tarkemmin. Linkit videoihin löytyvät työn lopusta Ulkoiset viitteet-osiosta.

Standing Step-Over

Yliastuminen seisten



Ylimeno- ja palautusvaiheita kehittävä drilli
Liike toteutetaan hyvin kontrolloidussa ympäristössä paikallaan
Säären liike on nopeampi kuin reiden

Fast Claw

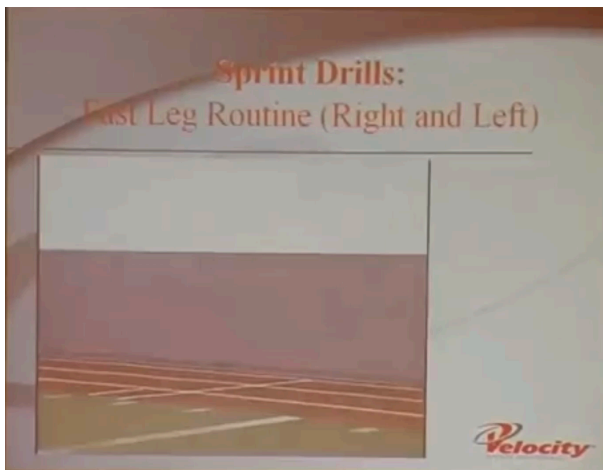
Nopea raapaisu



(Kuopaisu seisten toinen käsi seinää vasten)
Kontaktiinvalmistavaa vaihetta kehittävä drilli
Reiden on ohitettava kiihtyvästi paikallaan oleva reisi
Seagrave: "Huippusprintterit kiihdyttävät reiden liikettä koko ajan jalan ollessa maassa. Reiden on kiihdyttävä tässä drillissä, koska muuten hermosto ohjelmoituu väärin"

Fast Leg Routine (Right and Left)

Nopean jalan rutiini (Oikea ja vasen)

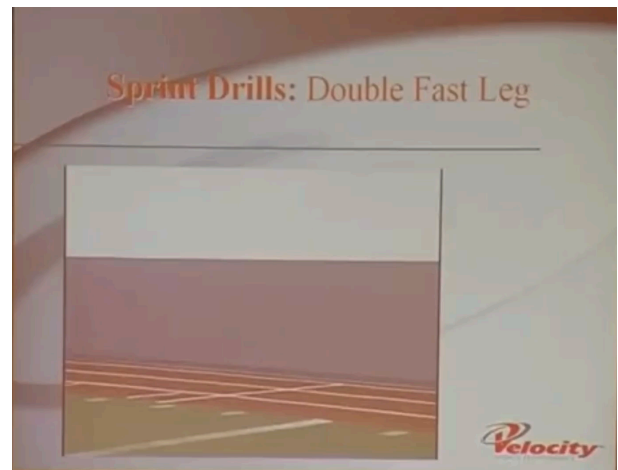


(Nopea kantapäähän vienti pakaraan + kuopaisu)

Ylimeno- ja palautusvaiheita kehittävä drilli

Double Fast Leg

Nopea jalka tuplana



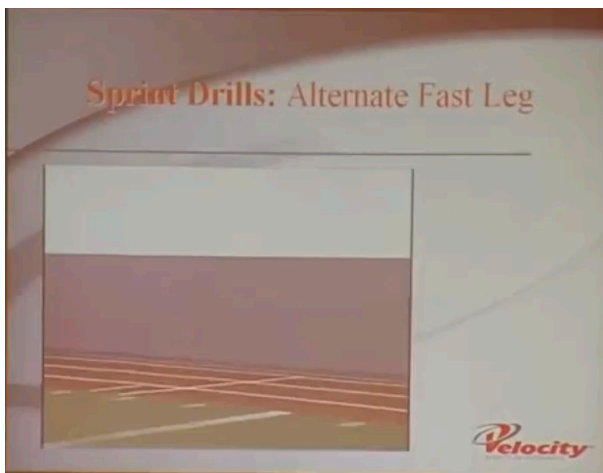
Kontaktin takavaihetta ja ylimeno- ja palautusvaiheita yhdistävä drilli

Hyödynnetään edellistä kontaktia, että seuraava heilahdus olisi tehokas

Seagrave: "Toinen pyöräytys tuntuu nopeammalta kuin ensimmäinen"

Alternate Fast Leg

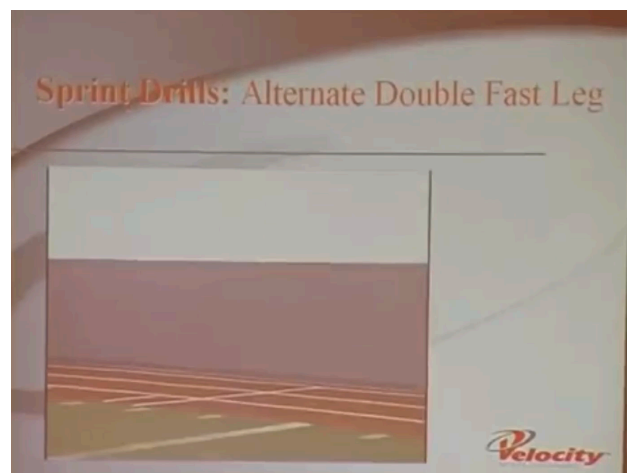
Vuorottainen nopea jalka



Ylimeno- ja palautusvaiheita kehittävä drilli
Seagrave: "Monet kykenevät vetämään jalan nopeasti pakaraan, harvemmat pystyvät tekemään heti perään hyvin kontaktiin valmistavan etuosion."

Alternate Double Fast Leg

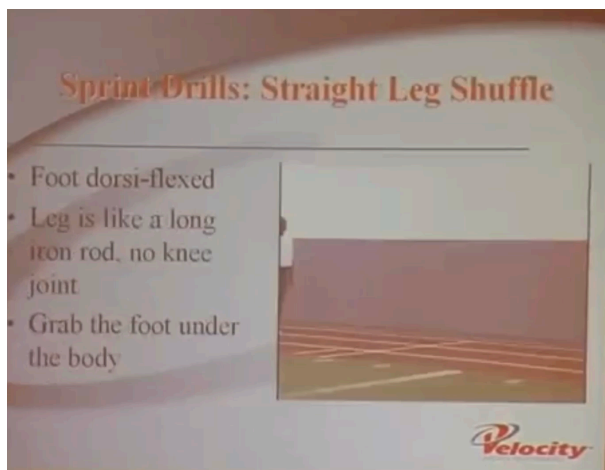
Vuorottainen nopea jalka tuplana



Kontaktin takavaihetta ja ylimeno- ja palautusvaiheita yhdistävä drilli
kuin edeltävä Double Fast Leg, mutta vuoron perään eri jaloilla

Straight Leg Shuffle

Suorien jalkojen liikuttelu



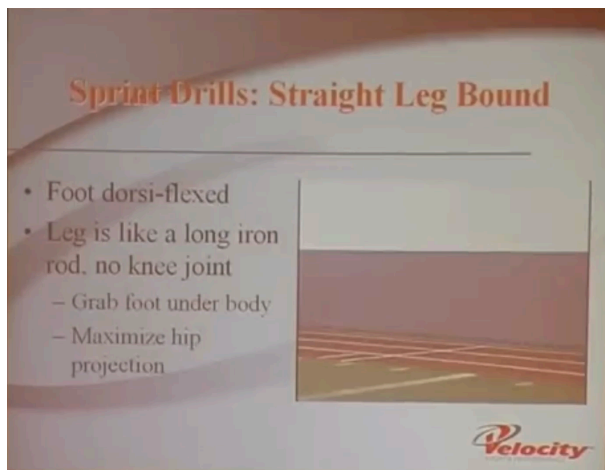
(Saksijuoksu)

Kontaktiin valmistavaa vaihetta sekä kontaktin etu- ja takavaiheita kehittävä drilli.

Seagrave: "Tehon tuoton kannalta perustavanlaatuinen drilli. Pidä nilkka koukussa ja luo kova negatiivinen vauhti jalalle. Aiheuttaa maksimaalisen aktivaation pakaraan ja takareiteen"

Straight Leg Bound

Suoran jalan hyppely



(Saksihyppely)

Kontaktiin valmistavaa vaihetta sekä kontaktin etu- ja takavaiheita kehittävä drilli

Seagrave: "Heti kuin saksijuoksussa opitaan tuottamaan tehoa siirrytään tähän. Nilkalla ei saa työntää vaan nilkka tiukkana."

Straight Leg Bound / Fast Leg

Suoran jalan hyppely / nopea jalka

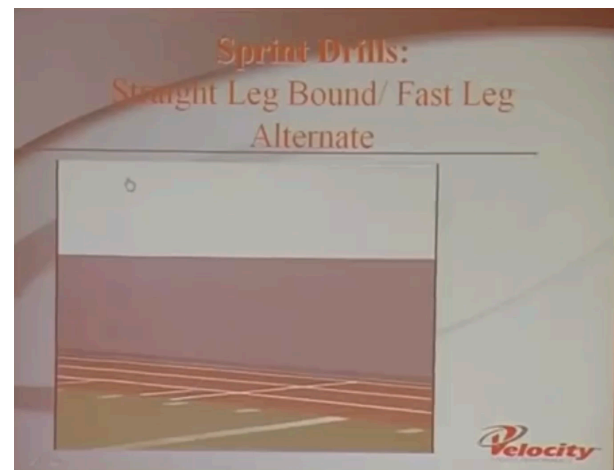


Kontaktin etu- ja takavaiheen sekä ylimeno- ja palautusvaiheen yhdistävä drilli.

Seagrave: "Nainen, joka osaa tämän on hyvä kandidaatti 100 metrin aituriksi"

Straight Leg Bound / Fast Leg Alternate

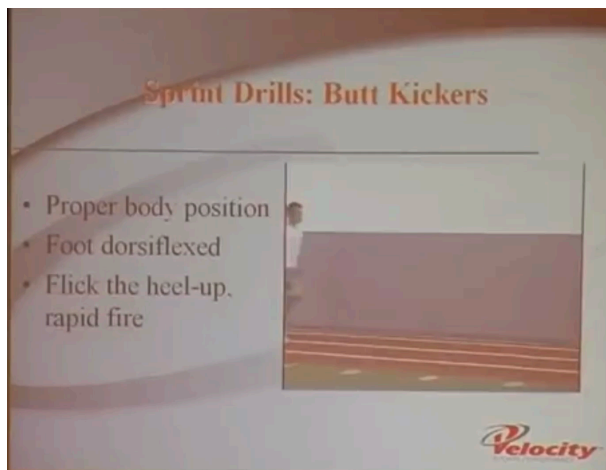
Suoran jalan hyppely / Vuorottainen nopea jalka.



Kontaktin etu- ja takavaiheen sekä ylimeno- ja palautusvaiheen yhdistävä drilli
Seagrave: "Eliittuurheilijat ovat kertoneet, että tämän drillin jälkeen he pääsevät uudelle ymmärryksen ja voimantuoton tasolle. Tämä on myös hyvä diagnostiikkatyökalu: lonkankoukistajan liian aikainen toiminta paljastuu tässä"

Butt Kickers

Pakarapotkut



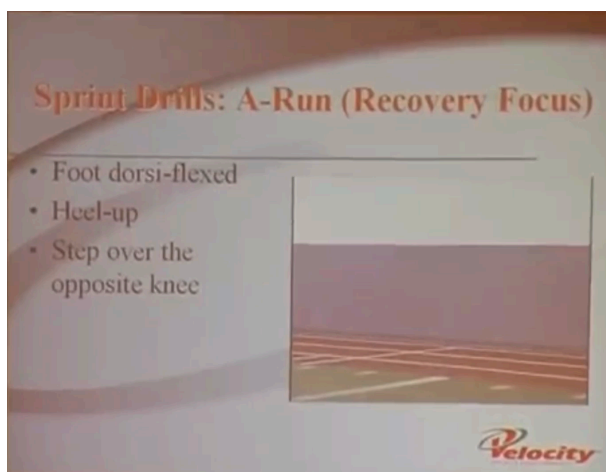
(Pakarajuoksu polvi alhaalla)

Ylimenovaihetta kehittävä drilli

Seagrave: "Reisi liikkuu automaattisesti eteenpäin, kun nilkka nousee. Tässä drillissä ei haluta, että lonkankoukistajat aktivoidaan liian aikaisin, koska drillistä ei saada sitä hyötyä joka pitäisi saada"

A-Run

A-juoksu



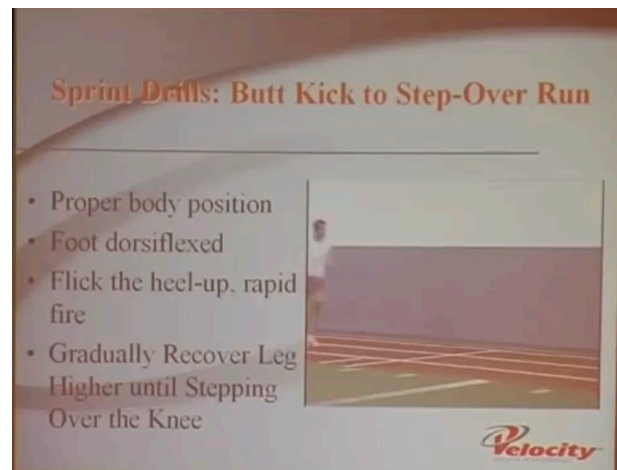
(Polvennostajuoksun ja normaalin juoksun väliversio)

Ylimeno- ja palautusvaihetta kehittävä drilli.

Kantapää liikkuu nopeasti kohti pakaraa, vastakkaisen polven yli.

Butt Kick to Step-Over Run

Pakarapotkusta yliastumisjuoksuun



Ylimeno-, palautus- ja siirtymävaiheet yhdistävä drilli.

Seagrave: "Kuuntele frekvenssiä - ei saa hidastua. Jos frekvenssi hidastuu urheilija ottaa lonkan koukistajat liian aikaisin käyttöön, eikä potkaise kantapäätä oikein ylös vähentääkseen inertiaa"

Vmax Skip

Maksiminopeushyppely



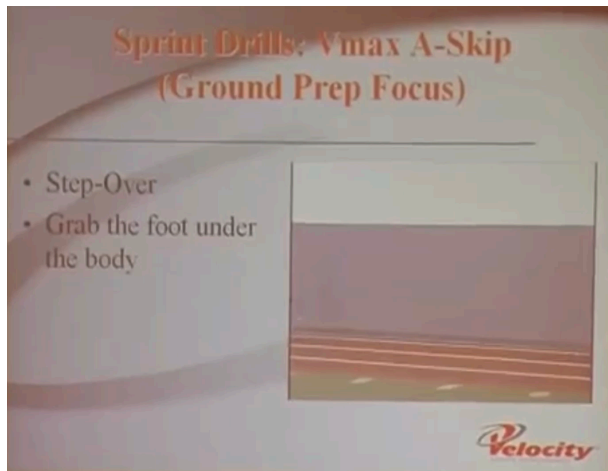
Ylimeno- ja palautusvaiheita kehittävä drilli.

Seagrave: "Yritä lyödä kantapää takareiteen ja näyttää jalkapohja takana tulijalle mahdollisimman nopeasti. Jos liike tehdään väärin se saastuttaa liikemallin ja vähentää tehokkuutta."

Seagrave: "Absolute detailed execution makes the difference. Devil is in the details."

Vmax A-Skip

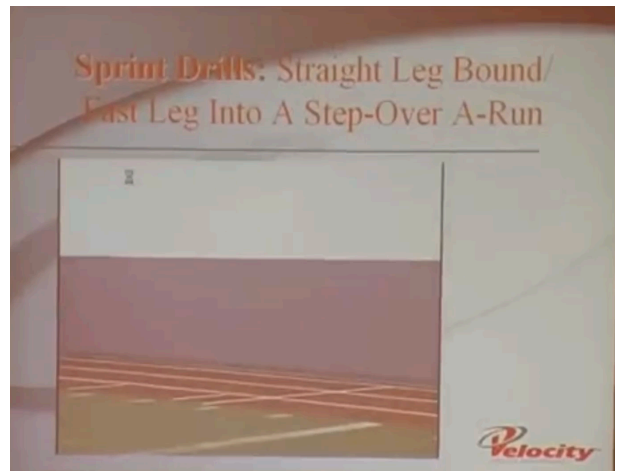
Maksiminopeus A-hyppely



(Kuopaisuhyppely)
Siirtymävaihetta ja kontaktinvalmistavaa vaihetta yhdistävä drilli

Straight Leg Bound / Fast Leg Into A Step-Over A-Run

Suoran jalan hyppelyn, Nopeiden jalkojen ja yliastuvan A-juoksun yhdistelmä



Kaikkia Sprint Cyclen vaihteita yhdistävä drilli

Maksimijuoksutekniikan kehittäminen käytännössä

Tässä luvussa kuvataan, kuinka edellä kuvattuja juoksutekniikan mittaamista ja kehittämistä voidaan soveltaa käytännössä. Esimerkin harjoitusjakso on toteutettu 18.6.-3.8.2020.

Urheilija A on syntynyt 2002 mies, joten kesällä 2020 hän kuului M18-sarjaan. Suunnitelmallisen valmennuksen piirissä hän on ollut vuoden 2019 alusta, koko ajan tämän työn kirjoittajan valmennuksessa. Urheilijan A pääläji on 400 metrin juoksu, jossa hän on ollut pistesijoilla 17-vuotiaiden Sm-kisoissa 2019. Ennen valmennuksen alkamista urheilija A on liikkunut monipuolisesti ja kilpaillut satunnaisesti eri lajeissa.

Alkutilanne

Urheilija A kilpaili 10.6.2020 100 metrin juoksussa, jossa tuloksena oli 11,89 (+1,2 m/s). Tulos oli Urheilijan A uran paras tulos. Juoksusta on valmentajan 256 fps nopeudella kuvaama video maksimijuoksuvaiheesta noin 40 metrin kohdalta. Video on kuvattu kääntyvällä kameralla eikä siten ole täysin vertailukelpoinen myöhempiin analyysihin verrattuna.



Video 1. Alkutilanne, Askelpari Urheilijan A 100 m kilpailusta 10.6.2020.

	Vasen	Oikea
Ylimenovaiheen kesto (ms)	54	50
Polvikulma irrotushetkellä (°)	169	161
Maahan osuvan ja heilahtavan jalan välinen kulma (°)	11	24
Polvikulman muutos kontaktin etuvaiheen aikana (°)	-11	-14

15.6.2020 Urheilijalle A tehtiin alkeellinen askelanalyysi kenttäolosuhteissa. Askelanalyysissa juoksuradalle levitettiin noin 10 metriä remonttipaperia, jonka yli Urheilija A juoksi vaihtelevin tehoin (90-95 %). Analyysista selvitettiin askelpituuksia sekä mahdollisia poikkeamia oikean ja vasemman jalan välillä. Analyysista pyydettiin tulkinta-apua Petteri Joustelta.²³ Joste tulkitse myös edellä mainitun kilpailuvideon. Josteen palautteen perusteella Urheilijan A maksimijuoksun mekaniikassa oli puutteita heilahtavan jalan saksauksessa sekä polvi-, nilkka- ja lantiokulmien stabiiliudessa kontaktin aikana.

Edellisten Josteen havaintojen lisäksi havaittiin myös, että ylimenovaiheet vaikuttivat liian pitkiltä. Koska ylimenovaihe on Sprint Cyclen ensimmäinen vaihe, se vaikuttaa kaikkiin askeleen myöhempisiin vaiheisiin. Tällä perusteella ylimenovaiheen lyhentäminen valikoitui tärkeimmäksi prioriteetiksi. Toiseksi tärkeäksi kehittämiskohteeksi valikoitui polvikulman pienenemisen vähentäminen kontaktin etuvaiheen aikana. Heilahtavan jalan saksauksen oletettiin kehittyvän, mikäli ylimenovaiheen kestoä kyettäisi lyhentämään.

Harjoittelun suunnittelu

Edellisten havaintojen perusteella kesän juoksuharjoitteluun päätettiin tehdä muutoksia. Alkuperäisessä suunnitelmassa olleet kerran viikossa tehtävät yli 95% maksiminopeusvedot korvattiin 1-2 kertaa viikossa tehtävillä juoksumekaniikkaharjoituksilla. Käytettävät drillit valittiin kehitettävien Sprint Cyclen vaiheiden mukaan, painopisteen ollessa ylimeno- ja palautusvaiheissa (vaiheet 1 ja 2), sekä kontaktin etu- ja takavaiheissa (vaiheet 5-6).

Drilleistä muodostettiin kaksi kymmenen drillin kokonaisuutta. Suurin osa drilleistä oli urheilijalle uusia. Ensimmäisissä harjoituksissa drillien oppimisessa käytettiin tässä työssä esitettyjä videoita. Yksittäistä drilliä toistettiin samassa harjoituksessa 1-3 kertaa, suoritusmatkojen ollessa 20-60 metriä drillistä riippuen. Drillien kokonaismäärä harjoituksessa oli noin 500-1000 metriä.

Seuraavassa esitellään harjoituksissa käytetyt drillit. Suluissa olevat numerot kuvaavat Sprint Cyclen vaihetta, johon drilli vaikuttaa. 1=ylimenovaihe, 2=palautusvaihe, 3=siirtymävaihe, 4=kontaktiinvalmistautumisvaihe, 5=kontaktin etuvaihe, 6=kontaktin takavaihe.

Harjoitus I

1. Standing Step-over (1-2)
2. Fast Claw (4)
3. Fast Leg Routine (Right and Left) (1-2)
4. Alternate Fast Leg (1-2)
5. Double Fast Leg (6, 1-2)
6. Alternate Double Fast Leg (6, 1-2)
7. Straight Leg Shuffle (4-6)
8. Straight Leg Bound (4-6)
9. Straight Leg Bound / Fast Leg (4-6, 1-2)
10. Straight Leg Bound / Fast Leg Alternate (4-6, 1-2)

Harjoitus II

1. Butt Kickers (1)
2. A-Run (1-2)
3. Butt Kick to Step-Over Run (1-3)
4. Vmax Skip (1-2)

5. Vmax A-Skip (3-4)
6. Straight Leg Shuffle (4-6)
7. Straight Leg Bound (4-6)
8. Straight Leg Bound / Fast Leg (4-6, 1-2)
9. Straight Leg Bound / Fast Leg Alternate (4-6, 1-2)
10. Straight Leg Bound / Fast Leg Into A Step-Over A-run (1-6)

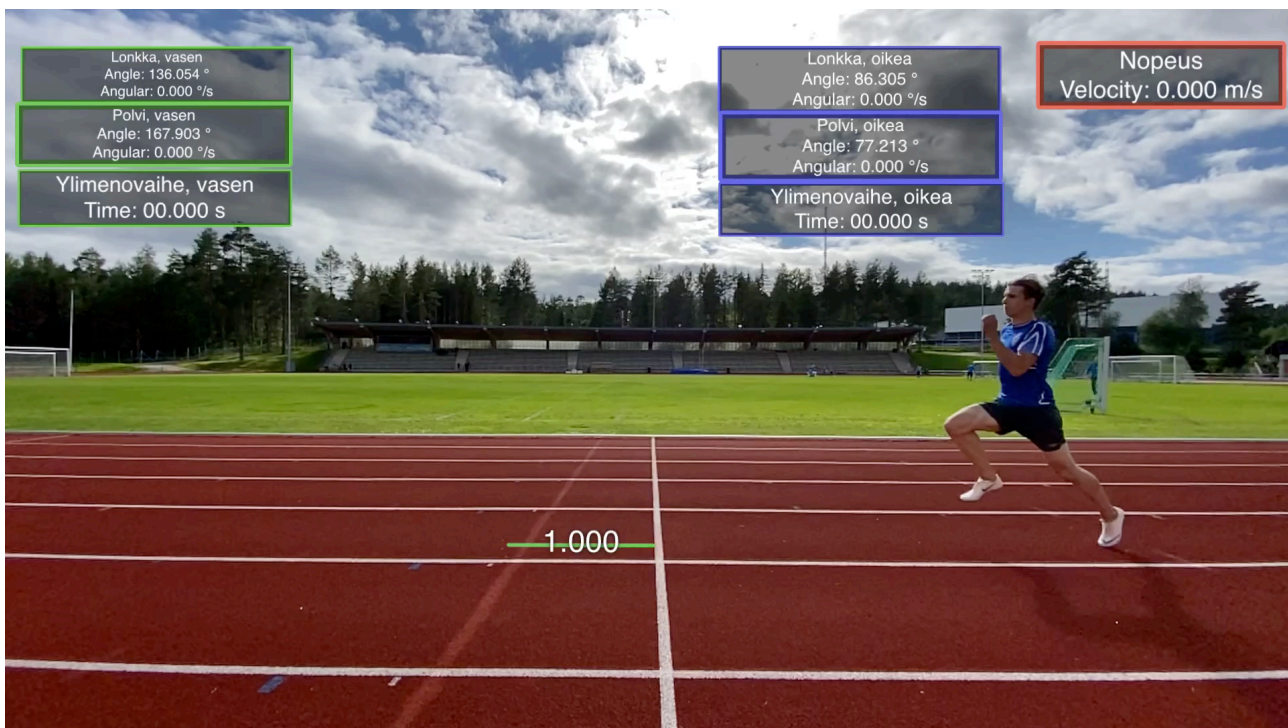
Harjoittelun toteutus

Seuraavassa on kuvattu Urheilijan A rataharjoitukset 18.6.-3.8.2020. Harjoituskauden aikana Urheilija A toteutti 0-1 kertaa viikossa lyhyen noin 45 minuuttia kestävän nopeusvoimaharjoituksen, jossa pääliikkeenä käytettiin joko yhden jalan kyykkyä tai rinnallevetoa, kuormien ollessa noin 40-70 % maksimista ja sarjojen pituuksien 4-6. Lisäksi kerran viikossa toteutui 10-12 kilometriä pitkä aerobinen juoksulenkki, jonka ajallinen kesto oli noin 60 minuuttia. Harjoitussisällöissä esiintyvän Event Runin toteutus on kuvattu Clyde Hartin 400 metrin harjoitusohjelmassa²⁴.

Päivämäärä	Harjoituksen sisältö ja havainnot
18.6.2020	Harjoitus I osittain, sisältäen perinteisen polvennostajuoksun ja pakarajuoksun polvi ylhäällä
20.6.2020	400 m kilpailu
23.6.2020	Harjoitus I - drillien suoritustapojen opettelua. Havaittiin, että saksihyppelyyn yhdistyvien drillien kokonaismatka harjoituksessa on yllättävän pitkä. Samassa harjoituksessa ei siis voi tehdä samaa drilliä kovin montaa kertaa, ettei viimeisten drillien suorituksen laatu kärsi.
25.6.2020	Harjoitus II - uusien drillien suoritustapojen opettelua
26.6.2020	Event Runs 4 x 300 m
29.6.2020	Harjoitus I
30.6.2020	1 x 350 m testijuoksu 100 %
6.7.2020	Harjoitus I + 5 x 100 m 90 %
9.7.2020	Harjoitus II (osin) + 3 x 200 m 90 % Saksihyppelyistä jätettiin jotain tekemättä, koska treenin loppuun haluttiin laadukkaat kilpailuun valmistavat vedot
11.7.2020	400 m kilpailu
13.7.2020	Pitkät aidat (5 ensimmäistä aita 17 -> 15 ask)
16.7.2020	Pitkät aidat (15 askelta, 7. aita 16 ask.)
18.7.2020	400 m aj kilpailu
22.7.2020	Harjoitus I (osin) + 8 x 60 m 90 % Harjoituksessa noin puolet drilleistä, koska loppuun haluttiin laadukkaat maitohapottomat vedot
25.7.2020	Aitadrillit + 5 x 5 aita (35 m väli)

Päivämäärä	Harjoituksen sisältö ja havainnot
28.7.2020	4 x 300 m Event Run
31.7.2020	Pitkät aidat (6.-10. aita) + 95 % veto, analyysi.

Ajanjaksolla juoksumekaniikka oli painopisteenä seitsemässä harjoituksessa, joissa neljässä harjoitus vietiin kokonaisuudessaan suunnitelmallisesti läpi. Kolmessa harjoituksessa drillit tehtiin osittain, koska harjoituksen loppuun haluttiin laadukas juoksuosio. Harjoitusjakso kesti yhteensä 44 päivää. Jakson ensimmäiset 24 päivää ovat vahvasti juoksumekaniikkapainotteisia, sisältäen kaksi 400 metrin kilpailua. Viimeiset 20 päivää keskittyvät 400 metrin aitojen aitavälien juoksemiseen ja sisältävät mekaniikkaharjoituksia ainoastaan alkuverryttelyissä.



Video 2. Askelpari Urheilijan A 95 % vedosta 31.7.2020.

31.7.2020 Kuvatussa 95 % vedon analyysistä nähdään seuraavat asiat.

	Vasen	Oikea
Ylimenovaiheen kesto (ms)	0	25
Polvikulma irrotushetkellä (°)	164	166
Maahan osuvan ja heilahtavan jalan välinen kulma (°)	17	0
Polvikulman muutos kontaktin etuvaiheen aikana (°)	-5	-7

Lopputilanne

3.8.2020 suoritetussa lentävän 20 metrin testissä Urheilija A:lle mitattiin tulos 2,07 s. Myötätuulta suoritushetkellä oli noin 1 m/s. Urheilijan aiempi paras tulos vastaavassa testissä oli 2,15 s, keväältä 2020. Videolla näkyy kuvausasetelma, jossa alku- ja loppupisteissä on kaksi kolmijalkaa.



Video 3. Askelpari Urheilijan A 20 metrin lentävän testistä 3.8.2020 (2,07 s).

3.8.2020 Kuvatussa 20 metrin lentävän testin analyysistä saadaan seuraavia tuloksia. Suluissa alkutilanteen vastaavat arvot.

	Vasen	Oikea
Ylimenovaiheen kesto (ms)	21 (54)	50 (50)
Polvikulma irrotushetkellä (°)	166 (169)	163 (161)
Maahan osuvan ja heilahtavan jalan välinen kulma (°)	11 (11)	0 (24)
Polvikulman muutos kontaktin etuvaiheen aikana (°)	-4 (-11)	-7 (-14)

Verrattaessa alkutilannetta lopputilanteeseen havaitaan, että kehitystä on tapahtunut vasemman jalan ylimenovaiheen kestossa, maahan osuvan ja heilahtavan jalan välisessä kulmassa oikean jalan osuessa maahan sekä polvikulmien muuttumisessa kontaktin etuvaiheen aikana.

Tulkinta

On mahdollista, että Urheilijan A nopeuden kehittyminen on seurausta parantuneesta juoksun mekaniikasta. Vasemman jalan heilahduksen lisääntynyt aktiivisuus näkyy sekä ylimenovaiheen lyhentymisenä että vasemman reiden parempana asemoitumisena oikean jalan tullessa maahan.

Polvikulmien muutosten pieneneminen kontaktin aikana saattaa aiheuttaa energian parempaa varastoitumista jalkojen jännealueille kontaktin etuvaiheen aikana. Mikäli näin on, on mahdollista, että urheilijan horisontaalin tehon tuotto voi olla parantunut, jolloin juoksunopeuskin on parantunut.

Koska tässä luvussa kuvatulla harjoituskaudella ainoat urheilijan A maksiminopeuteen vaikuttavat juoksuharjoitukset ovat olleet juoksumekaniikkaharjoituksia, on mahdollista, että kyseisiä harjoitteita käyttäen voi parantaa urheilijan maksiminopeutta.

Pohdinta

Tässä työssä kuvattu tapa kehittää urheilijan maksiminopeutta ei ole tieteellisesti pätevä, mutta vaikuttaa toimivan Urheilijan A kohdalla. Alkutilanteessa havaittuja juoksutekniikan puutteita pystyttiin kehittämään parempaan suuntaan varsin lyhyessä ajassa. Lopputilanteessa Urheilijan A nopeuden todettiin olevan varsin merkittävästi paremmalla tasolla kuin aiemmin. On mahdollista, että nopeuden kehittymisen tärkein tekijä on ollut parantunut mekaaninen osaaminen.

Jatkossa vastaavia analyysseja tulee tehdä lisää. Koska mekaniikan mittaamista on mahdollista toteuttaa päivittäisen harjoittelun yhteydessä, sitä on mahdollista tehdä lisää. Tällä voidaan varmistaa taidon jatkuva kehittyminen. Kuvatulla harjoituskaudella mekaniikan kehittämisen tavoitteet olivat hyvin selvät niin urheilijalle kuin valmentajalle. Jatkossa tavoitteet tulevat muuttumaan sen mukaan, mihin suuntaan Urheilijan A juoksun mekaniikka kehittyy. Oletus on, että kehitettävät kohteet tulevat oppimisen myötä muuttumaan.

Seagraven drillit tuntuvat vaikuttavan niihin juoksun vaiheisiin, joihin niiden halutaan vaikuttavan. Esimerkiksi analysoitaessa Butt Kickers-drillin toteutusta voidaan havaita, että oikein suoritettuna kyseisessä drillissä ylimenovaiheen kesto on 0 ms. Uskon, että kyseistä drilliä käyttäen on mahdollista kehittää Urheilijan A ylimenovaiheita entistäkin lyhyemmäksi. Myös muita drillejä analysoimalla löytyy ilmiselviä yhtymäkohtia Sprint Cyclen eri vaiheisiin.

Binary Video Analysis antaa mahdollisuuden minkä tahansa liikkeen analysointiin. Urheilijan A tapauksessa myös 400 metrin aitojen aidan ylityksien tekniikan kehittämisessä aiomme käyttää jatkossa vastaavaa lähestymistapa kuin tässä työssä kuvattu juoksumekaniikan kehittämisen tapa. Eli kuvaa ja tulkitse alkutilanne. Tunnista suurimmat kehityskohteet. Suunnittele ja toteuta harjoitteet, joilla kehitetään juuri haluttuja kehityskohteita. Analysoi harjoitustilanteita, varmista että suunta on oikea. Totea ja mittaa, että halutut taidot ovat kehittyneet.

Kuvantunnistusteknologian kehittyminen avanee mielenkiintoisia mahdollisuuksia lähitulevaisuudessa. Liikeanalyysin toteuttamisessa eniten aikaa vie tällä hetkellä nivelpisteiden manuaalinen tunnistaminen videokuvasta. Kun tämä vaihe kyetään automatisoimaan täysin, voidaan analyysseja tehdä harjoitustilanteessa niin, että urheilija voi saada tarkan numeraalisen palautteen suoritustekniikastaan heti suorituksen jälkeen. Tällainen lähestymistapa mahdollistaa mielestäni urheilijan suoritustekniikan kehittämisen jatkuvasti ja kontrolloidusti kohti haluttuja tekniikkamalleja. Suoritustekniikoiden kehittäminen tällä tavoin ei rajoitu ainoastaan lajisuoritukseen vaan myös kaikkiin osaharjoitteisiin, joiden suoritustekniikoita voidaan kehittää vastaavasti.

Ulkoiset viitteet

Maksimijuoksun kehittäminen

A-Run

<https://drive.google.com/file/d/1ItC64AsoFYIb1jiDdAvmk9-qD272fhJb/view?usp=drivesdk>

Alternate Double Fast Leg

<https://drive.google.com/file/d/1cztxmWhQTfGgMIGhPWKn8O3PAZ5SO1wj/view?usp=drivesdk>

Alternate Fast Leg

<https://drive.google.com/file/d/1QJ7IIsx23ZowHPp4LMXD7dQ-a0NexHnI/view?usp=drivesdk>

Butt Kick To Step-Over Run

<https://drive.google.com/file/d/1yu2GYWPvbldyF1Ssh5GvmSPO2nBSa4SA/view?usp=drivesdk>

Butt Kickers

https://drive.google.com/file/d/1KI4HO4ZvIAQF1BZfEbPo_tzWlnOZGUc0/view?usp=drivesdk

Double Fast Leg

https://drive.google.com/file/d/1AxCbdeb4f_YRoZZEREwZNofBOF8q3qwh/view?usp=drivesdk

Fast Claw

<https://drive.google.com/file/d/1zrsOpDQ4ud71403AzLazZBJBIN9gMh1I/view?usp=drivesdk>

Fast Leg Routine (Right And Left)

https://drive.google.com/file/d/120U9M5ChII_m9jtnPdZrkNlo0motbX-y/view?usp=drivesdk

Standing Step-Over

<https://drive.google.com/file/d/1r8kfW7gq72Ko4Sh8m4P4fnk-dAAL7UzI/view?usp=drivesdk>

Straight Leg Bound

<https://drive.google.com/file/d/1jtPuagVPKkXuOiNfmZyZE1VpAqC0laoq/view?usp=drivesdk>

Straight Leg Bound / Fast Leg Alternative

<https://drive.google.com/file/d/16zl8dZtRfKTzHqcTAWvfsI94NAqqSU3d/view?usp=drivesdk>

Straight Leg Bound / Fast Leg Into A Step-Over Run

<https://drive.google.com/file/d/13eyizyIOvhaXhm9TEex4KDDxS8R3mlh1/view?usp=drivesdk>

usp=drivesdk

Straight Leg Bound / Fast Leg

https://drive.google.com/file/d/1S0lrOygCDPnFy2ZcfUqIJGWXNK_scwC8/view?usp=drivesdk

Straight Leg Shuffle

<https://drive.google.com/file/d/1oifCgpcouzUISvo7QCzpMKvUImBRwZaAl/view?usp=drivesdk>

Vmax A-Skip

<https://drive.google.com/file/d/14RvrXOKe3QIDkOT0ITerqLvHBBImRXns/view?usp=drivesdk>

Vmax Skip

https://drive.google.com/file/d/17d65Ud_0OqEFpxfcqSHveTcEEzVxXgvE/view?usp=drivesdk

Maksimijuoksun kehittäminen käytännössä

Video 1. Alkutilanne, Askelpari Urheilijan A 100 m kilpailusta 10.6.2020.

https://drive.google.com/file/d/10okbxfol8c6BQvDn_-mZMYRzgxKCwsoZ/view?usp=drivesdk

Video 2. Askelpari Urheilijan A 95 % vedosta 31.7.2020.

https://drive.google.com/file/d/15biKv57aX6_Yley4Vm1OIoyiyunj215i/view?usp=drivesdk

Video 3. Askelpari Urheilijan A 20 metrin lentävän testistä 3.8.2020 (2,07 s)

<https://drive.google.com/file/d/1kx-60T8XrNfDYKJSltTOcD8SSwlxfVDW/view?usp=drivesdk>

Lähteet

¹ Westerlund, Erkka; Tuppurainen Manu - Erkka: Elämän Peliä. Fitra. 2019. ISBN 978-952-350-129-4.

² Seagrave, Loren; Mouchbahani, Ralph; O'Donnell, Kevin - Neuro-Biomechanics of Maximum Velocity Sprinting. International Association of Athletics Federations. New Studies in Athletics 1/2009. (https://completetrackandfield.com/wp-content/uploads/2011/01/Maximum_Velocity_Sprinting.pdf) (30.8.2020)

³ Binarts s.r.o - Binary Video Analysis. Application for iPad. (<https://www.binarysports.eu/>). (30.8.2020)

⁴ Romero-Franco, Natalia; Jimenez-Reyes, Pedro; Castano-Zambudio, Adrian; Capelo-Ramirez, Fernando; Rodriguez-Juan, Juan Jose; Gonzalez-Hernandez, Jorge; Toscano-Bendala, Francisco Javier; Cuadrado-Penafiel, Victor; Balsalobre-Fernandez, Carlos - Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods. European Journal of Sport Science, 2016. (<http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2016.1249031>) (30.8.2020)

⁵ XII Kansainvälinen Voimavalmennusseminaari Carmelo Bosco Memorial Seminar Kuortaneen Urheiluopistolla 29.9.-1.10.2006. DVD PC-käyttöön. (Valmentaminen Suomessa-seminaarisarja)

⁶ International Association of Athletics Federations - Competition Rules 2018-2019 (<https://www.worldathletics.org/download/download?filename=7f95d6fb-0666-49e0-b8b0-2bf488b2ffab.pdf&urlslug=iaaf%20competition%20rules%202018-2019%2C%20in%20for%20ce%20from%201%20november%202017%20>) (30.8.2020)

⁷ Ross, Angus; Leveritt, Michael - Long-Term Metabolic and Skeletal Muscle Adaptations to Short-Sprint. Training Implications for Sprint Training and Tapering. Sports Med 2001; 31 (15): 1063-1082. (https://www.researchgate.net/profile/Angus_Ross3/publication/11620120_Long-Term_Metabolic_and_Skeletal_Muscle_Adaptations_to_Short-Sprint_Training/links/59dbb92aaca2728e20182d35/Long-Term-Metabolic-and-Skeletal-Muscle-Adaptations-to-Short-Sprint-Training.pdf) (7.9.2020)

⁸ Wayde van Niekerk Tilastopaja Oy:n tietokannassa. (<https://www.tilastopaja.eu/db/at.php?Sex=1&ID=122672>) (30.8.2020) (maksullinen palvelu)

⁹ Dan Pfaff Wikipediassa (https://en.m.wikipedia.org/wiki/Dan_Pfaff) (6.9.2020)

¹⁰ McMillan, Stuart; Pfaff, Dan - The ALTIS Kinogram Method May 2018. (<https://altis.world/>) (6.9.2020)

¹¹ Tom Tellez Wikipediassa. (https://en.m.wikipedia.org/wiki/Tom_Tellez) (6.9.2020)

¹² Tellez, Tom - Sprinting - a Biomechanical Approach. (https://www.coachnicknewman.com/uploads/7/1/8/5/7185558/biomechanical_approach_to_sprinting_-_tom_tellez.pdf). (6.9.2020)

¹³ Bosch, Frans; Klomp, Ronald - Running: Biomechanics and Exercise Physiology Applied in Practice. Reed Business Information bv/ Elsevier Churchill Livingstone. 2001. ISBN 0-443-07441-0.

¹⁴ Haugen, Thomas; Seiler, Stephen; Sendbakk, Øyvind; Tønnesen, Espen - The Training and Development of Elite Sprint Performance: an Integration of Scientific and Best Practice Literature. Sports Medicine - Open (2019) 5:44. (<https://doi.org/10.1186/s40798-019-0221-0>) (6.9.2020)

¹⁵ Haavisto, Seppo - Kakkosnelosta Aidattuna: 400 Juoksumetriä. Suomen Urheiluliiton Julkaisut Oy. 2010. ISBN 978-952-92-8047-6.

- ¹⁶ Rabita, G.; Dorel, S.; Slawinski, J.; Sàez-de-Villarreal, E.; Couturier, A.; Samozino, P.; Morin, J-B - Sprint Mechanics in World-class Athletes: a New Insight into the Limits of Human Locomotion. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2015 Oct;25(5):583-94. (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/sms.12389>) (6.9.2020)
- ¹⁷ Justin Gatlin Wikipediassa (https://en.m.wikipedia.org/wiki/Justin_Gatlin) (6.9.2020)
- ¹⁸ Blazeovich, Anthony - *Sports Biomechanics: The Basics. Optimising Human Performance*. 3rd Edition. Bloomsbury Sport. 2017. ISBN 978-1-4729-1722-5.
- ¹⁹ Bissas, Athanassios; Walker, Josh; Tucker, Catherine; Paradisis, Giorgios - Biomechanical Report for the IAAF World Championships London 2017 Men's 100 m. (<https://www.worldathletics.org/download/download?filename=51b04ff3-8549-4747-b066-5bd77aeae38.pdf&urlslug=Men%27s%20100m%20-%202017%20IAAF%20World%20Championships%20Biomechanical%20report>) (6.9.2020)
- ²⁰ Haugen, Thomas; McGhie, David; Ettema, Gertjan - Sprint running: from fundamental mechanics to practice—a review. *European Journal of Applied Physiology*, julkaistu 8.4.2019. (<https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-019-04139-0>) (6.9.2020)
- ²¹ Speedworks Training. Company Registration Number: 08630761. (<https://speedworks.training/>) (9.9.2020)
- ²² Winkelman, Nick - *The Language of Coaching: The Art & Science of Teaching Movement*. Human Kinetics. 2020. ISBN 978-1-4925-6736-3.
- ²³ Petteri Jouste Wikipediassa (https://fi.m.wikipedia.org/wiki/Petteri_Jouste) (9.9.2020)
- ²⁴ Hart, Clyde - 400 Meter Training. Baylor University. (http://oldserver.usatf.org/groups/Coaches/library/2007/Sprint%20Training/Clyde_Hart3.pdf) (9.9.2020)