

**SUUNNISTUKSEN BIOMEKAANINEN LAJIANALYYSI JA
VOIMAHARJOITTELUN OHJELMOINTI**

Ville Kosola

Valmennus- ja testausoppi
Lajianalyysit eri urheilulajeissa ja valmennuksen
ohjelmointi, LBIA028
Liikuntabiologian aineryhmä
Jyväskylän yliopisto 2019
Työnohjaaja: Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Ville Kosola (2019). SUUNNISTUKSEN BIOMEKAANINEN LAJIANALYYSI JA VOIMAHARJOITTELUN OHJELMOINTI. Liikuntabiologian aineryhmä, Jyväskylän yliopisto, Valmentajaseminaarityö, 56s.

Johdanto. Tämän lajianalyysin tarkoituksena on syventää tietoutta suunnistuksen biomekaanisista erityisominaisuuksista ja vaatimuksista, sekä ohjeistaa voimaharjoittelun ohjelmointia suunnistussuorituskyvyn parantamiseksi. Lajianalyysissä on syvennytty näihin aiheisiin aiempaa tarkemmin. Lisäksi lajianalyysissä on tarkasteltu harjoittelua loukkaantumisriskin pienentämisen näkökulmasta ja esitelty esimerkki hyvätasoisien junioriurheilijan harjoittelusta.

Juoksuaskel tiellä ja suunnistuksessa. Juoksutekniikka on yksilöllistä, eikä juoksutekniikan muuttaminen luonnollisesta välttämättä paranna juoksun taloudellisuutta. Ratajuoksuun verrattuna suunnistaja kohtaa lajissaan hyvin erilaisia juoksualustoja. Juokseminen epätasaisella tai pehmeällä alustalla aiheuttaakin muutoksia juoksuaskeleeseen. Askelluksen muutokset ovat maastosta riippuen esimerkiksi polvennoston lisääntymistä, askelpituuden muuttumista pidemmäksi tai lyhyemmäksi, sekä askeleen leveysuuntaisen variaation lisääntymistä tasapainon ylläpitämiseksi. Muutokset juoksutekniikassa vaikuttavat juoksun taloudellisuuteen heikentävästi. Taloudellisuuden heikentymisen minimoimiseksi suunnistuksessa onkin perusteltua harjoitella spesifisti suunnistusta varten. Spesifisyys tarkoittaa tässä yhteydessä juoksuharjoittelua erilaisilla pinnoilla, maastoissa ja mäissä sekä vaihtelevalla intensiteetillä. Voimaharjoittelua tulisi niin ikään tehdä erilaisilla nivelkulmilla ja liikenopeuksilla.

Loukkaantumisriski. Suunnistajan tyypillisiä vammoja ovat nilkan nyrjähdysten lisäksi alaraajojen rasisvammat. Rasisvammojen ehkäisyssä olisi tärkeää harjoittelun monipuolisuus, siirtymäkausien riittävä pituus, sekä tukilihasten riittävät voimatasot. Jopa huippusuunnistajilla on havaittu puutteita tukilihasten voimatasoissa. Tasapainoa ja koordinaatiota kehittävät harjoitteilla voidaan kehittää asentoaistia ja siten ehkäistä nilkan nyrjähdysia.

Suunnistajan ominaisuudet. Suunnistajalta vaadittavat ominaisuudet ovat hyvin monipuoliset, mikä saattaa osaltaan selittää, miksi huippusuunnistajat ovat mitoiltaan ja ominaisuuksiltaan melko erilaisia. Eri tutkimuksissa jopa maailman huipulla suunnistavilla miessuunnistajilla on nähty yli 10 senttimetrin pituuseroja ja lähes 20 kilogramman eroja painossa. Myös suunnistajien ratajuoksu-kyvyssä on eroja ja jopa maailman huipulla erot 5000 metrin juoksussa voivat olla miehillä ja naisilla jopa yli minuutin. Moninkertainen miesten maailmanmestari Daniel Hubmann on juossut 5000 metriä aikaan 14.44 ja naisten sprinttisuunnistuksen maailmanmestari Hanny Allston 16.16.

Suunnistus ja voimaharjoittelu. Voimaharjoittelu voidaan jakaa maksimi-, nopeus-, ja kestovoimaan. Kestovoimaharjoittelua voidaan pitää perustana, maksimivoimaa rakentavana ja nopeusvoimaa jalostavana voiman muotona. Nopeusvoima on lähes aina urheilussa lajinomaisinta.

Suunnistusjuoksu pehmeällä alustalla asettaa omat vaatimuksensa alaraajojen voimaominaisuuksille ja suunnistaja saattaa hyötyä voimaharjoittelusta vielä juoksijaa enemmän. Maksimi- ja nopeusvoimaharjoittelu parantavat tutkitusti juoksun taloudellisuutta. Kestovoimaharjoittelulla voidaan pienentää loukkaantumiseriskiä ja parantaa asentoa ylläpitävien lihasten kestävyyttä. Suunnistajien voimaharjoittelua ei ole perinteisesti liikaa korostettu, mutta esimerkiksi jo Lusa ja Lonka (1988) osoittivat maksimi- ja nopeusvoimaharjoittelun parantavan erityisesti suunnistussuorituksen loppuosan ja ylämäkien suorituskykyä.

Voimaharjoittelun kehittävyiden kannalta on tärkeää turvata riittävä ja monipuolinen ravintoaineiden saanti. Kulutusta pienempi kokonaisenergiansaanti heikentää voimaharjoittelun haluttuja vaikutuksia ja saattaa jopa lisätä lihasten hajoamista. Proteiinit toimivat lihasten rakennusaineena ja hiilihydraatit lihasten polttoaineena. Proteiinien ja hiilihydraattien lisäksi myös rasvalla on merkitys hormonituotannon säätelyssä.

Pohdinta. Biomekaanisesta näkökulmasta suunnistus on uniikki laji, jossa juokseminen tapahtuu alati muuttuvassa ympäristössä ja alustalla. Yhteydet tasamaalla tapahtuvaan juoksemiseen ovat ilmeiset helppokulkuisessa maastossa ja tiellä, mutta suunnistusjuoksussa pehmeällä alustalla askelmuuttajat vaihtelevat huomattavasti ratajuoksua enemmän. Suunnistuksen lajispesifit vaatimukset tulisi ottaa huomioon myös harjoittelua suunniteltaessa. Metsäjuoksu tulee nähdä suunnistajan välttämättömänä taitona ja metsässä juoksu tapana kehittää taitoa lapsesta aikuisurheilijaan. Tärkeää olisi juosta erilaisilla nopeuksilla ja erilaisissa maastoissa, jotta metsäjuoksu tekniikka kehittyy taloudelliseksi. Maksimi- ja nopeusvoimaharjoittelulla saavutetaan hyötyjä juoksun taloudellisuudelle ja mäkijuoksu kyvyille. Myös voimaharjoittelu olisi hyvä aloittaa jo nuorella iällä tekniikoiden opettelulla, jotta voimaharjoittelun hyödyt voidaan maksimoida aikuisiällä. Suunnitelmallisella ja pitkäjänteisellä harjoittelulla suunnistaja voi saavuttaa fyysiset ominaisuudet, joilla on mahdollista minimoida loukkaantumiseriski ja menestyä kilpasuunnistuksessa.

Avainsanat: Suunnistus, taloudellisuus, biomekaniikka, voimaharjoittelu, loukkaantumiseriski

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1. JOHDANTO.....	1
2. SUUNNISTUKSEN BIOMEKANIikka	2
2.1 Juoksuaskel ja- tekniikka.....	2
2.2 Rata- ja suunnistusjuoksun eroavaisuudet.....	6
2.2.1 Askeleen muutokset erilaisilla alustoilla	6
2.2.2 Suunnistuksen energiankulutus	9
2.3 Loukkaantumisriski juoksulajeissa ja suunnistuksessa	10
2.3.1 Juoksuharjoittelun loukkaantumisriski	11
2.3.2 Loukkaantumisriski suunnistuksessa.....	13
3. SUUNNISTAJAN OMINAISUUDET	16
3.1 Suunnistajan antropometria	16
3.2 Suunnistajan juoksusuorituskyky	16
3.3 Suunnistajan voimaominaisuudet	17
4. SUUNNISTUS JA VOIMAHARJOITTELU	19
4.1 Voimaharjoittelu yleisesti.....	20
4.2 Voimaharjoittelun vaikutus juoksun taloudellisuuteen ja suorituskykyyn.....	22
4.3 Voiman ja nopeuden yhteys suunnistusjuoksukykyyn	26
5. HARJOITTELUN OHJELMOINTI.....	28

5.1 Juniorisuunnistajan harjoittelu ja kehittymisen seuranta.....	28
5.2 Voimaharjoittelun ohjelmointi	30
5.3 Voimaharjoittelu ja ravinto.....	31
5.4 Suunnistajan ravitsemuksellinen vuorokausi ja erikoisravinto huippu-urheilussa	32
5.5 Esimerkki 12 viikon voimaharjoitusohjelmasta suunnistajalle	34
6. URHEILIJAESITTELY	39
7. POHDINTA.....	46
8. LÄHDELUETTELO	48

LIITTEET

1. JOHDANTO

Suunnistus on kestävyyslaji, jossa fyysinen suorituskyky pitää kyetä yhdistämään sujuvan ajatustyön kanssa. Fyysisiltä vaatimuksiltaan suunnistus saattaa nopealla vilkaisulla vaikuttaa hyvin saman kaltaiselta rata- tai ainakin maastajuoksun kanssa. Mikäli fyysisiä vaatimuksia ajatellaan vain tästä näkökulmasta, jätetään huomiotta yksi suunnistuksen tärkeä elementti: metsäjuoksu. Siirtyminen tasamaalta tai polulta epätasaiseen metsämaastoon muuttaa juoksuaskelta ja -asentoa ja asettaa uudenlaiset vaatimukset voimaominaisuuksille ja muotoilee uudelleen optimaalisen juokсутekniikan käsitettä (Ahonen 2014b, Jensen ym. 1999).

Juokseminen epätasaisella tai pehmeällä alustalla aiheuttaa muutoksia juoksuaskeleeseen. Kohdatessaan muuttuvan juoksualueen, juoksija nostaa ja laskee painopistettään ennen kosketusta alustaan, sekä koukistaa nilkkaa automaattisesti havaitessaan muutoksen alustassa (Ernst ym 2014). Lisäksi pehmeämmälle alustalle siirtyminen voi aiheuttaa muutoksia askelpituudessa ja polvikulmassa (Greagh ym. 1998). Muutokset tähtäävät osaltaan parantamaan juoksun taloudellisuutta ja suunnistajilla onkin löydetty yhteys taloudellisen metsäjuoksun ja suorituskyvyn välillä (Ahonen 2014b). Suunnistuksessa ei ole perinteisesti korostettu voimaharjoittelua ja suunnistajalle tarpeellisenä voimaharjoitteluna on saatettu nähdä vain keskivartaloon keskittyvä kuntopiiri. Suunnistusjuoksu pehmeällä alustalla asettaa kuitenkin omat vaatimuksensa alaraajojen voimaominaisuuksille ja suunnistaja saattaa hyötyä voimaharjoittelusta vielä juoksijaa enemmän. Kestovoimaharjoittelulla voidaan edelleen pienentää loukkaantumiseriskiä ja parantaa asentoa ylläpitävien lihasten kestävyyttä. Maksimi- ja nopeusvoimaharjoittelulla voidaan tutkitusti parantaa juoksun taloudellisuutta ja jossain määrin myös suorituskykyä. Kymmeniä vuosia sitten Lusa ja Lonka (1988) osoittivat maksimi- ja nopeusvoimaharjoittelun myös parantavan erityisesti suunnistussuorituksen loppuosan ja ylämäkien suorituskykyä.

Tämän lajiansalyysin tarkoituksena on syventää tietoutta suunnistuksen biomekaanisista erityisominaisuuksista ja vaatimuksista, sekä ohjeistaa voimaharjoittelun ohjelmointia suunnistussuorituskyvyn parantamiseksi. Lajiansalyysissä on syvennytty näihin aiheisiin aiempaa tarkemmin. Lisäksi lajiansalyysissä on tarkasteltu harjoittelua loukkaantumiseriskien pienentämisen näkökulmasta ja esitelty esimerkki hyvätasoisen junioriurheilijan harjoittelusta.

2. SUUNNISTUKSEN BIOMEKANIikka

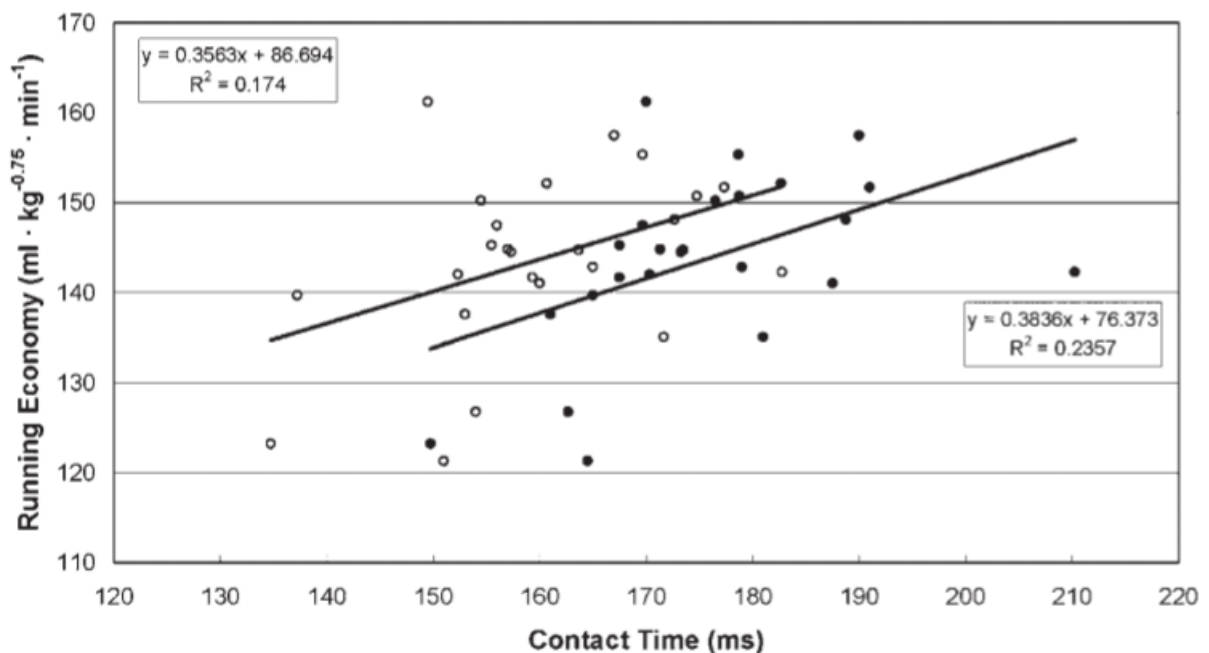
Suunnistuksessa tarkoituksena on edetä rastilta rastille mahdollisimman nopeasti. Suunnistajan kunnosta ja maastosta riippuen eteneminen tapahtuu kävellen tai juosten. Tarkoituksenmukaisinta on kuitenkin edetä juosten. Juoksun erottaa kävelystä molempien jalkojen yhtäaikainen irtoaminen maasta jossain vaiheessa liikettä. Juoksu on ihmisen nopein tapa liikkua ilman apuvälineitä. (Sandström & Ahonen, 2011, s. 331.) Vaikka maasto vaikuttaa juokсутekniikkaan paljon, pohjautuu suunnistusjuoksukin samoihin lainalaisuuksiin kuin juoksu tasaisella alustalla. Seuraavassa käsitellään juoksun biomekaanisia ominaisuuksia yleisesti, sekä suunnistusjuoksun erityisvaatimuksia.

2.1 Juoksuaskel ja- tekniikka

Juoksussa hyödynnetään jalan massa-jousirakennetta, jolloin elastisen energian varastoituminen jänteisiin edesauttaa ponnistusvaiheessa liikkumista eteen ja ylöspäin. Ihmisen ruumiinrakenne soveltuu hyvin juoksemiseen: iso pakaralihas, kapea lantio sekä liikkuva rintakehä kaikki mahdollistavat vaivattoman ja tehokkaan liikkumisen juosten. (Lieberman & Bramble 2007.) Juokсутekniikka on yksilöllistä ja riippuu juoksijan ruumiinrakenteesta ja raajojen mittasuhteista, käytännössä lantion leveydestä ja luiden pituuksista. Tyyliä tärkeämpää juoksussa ovat kriittiset tekijät, jotka tekevät juoksusta joko tehotonta tai tehokasta ja taloudellista. (Sandström & Ahonen, 2011, s. 331.) Taloudellisuus on yksi kestävyysjuoksun tehokkuuden tärkeimmistä mittareista. Taloudellisuudella tarkoitetaan energiankulutusta tietyllä matkalla. Taloudellinen juoksija kuluttaa vähemmän energiaa kilometrillä kuin epätaloudellinen. Siksi juokсутekniikkaa kannattaa ja on tutkittu sen taloudellisuuden näkökulmasta. (Moore ym. 2016.)

Juoksun energiankulutuksesta noin 65-80 % kuluu kehon painon kantamiseen ja kiihdyttämiseen ponnistusvaiheessa. Jalan heilautusvaiheeseen ilmassa energiaa kuluu noin 7 % ja sivuttaissuuntaisen tasapainon säilyttämiseen noin 2 %. Loput juoksun energiankulutuksesta syntyvät jarrutuksen vaatimasta lihastyöstä, sekä hengityksen ja sydämen vaatimasta lihastyöstä. (Moore ym. 2016.) Työntövaiheen suhteellinen osuus energiankulutuksesta on iso ja taloudellisuuden kannalta sillä on suuri merkitys. Energiankulutuksen jakautumisesta voidaan myös päätellä kehon painon merkitys juoksun taloudellisuudelle.

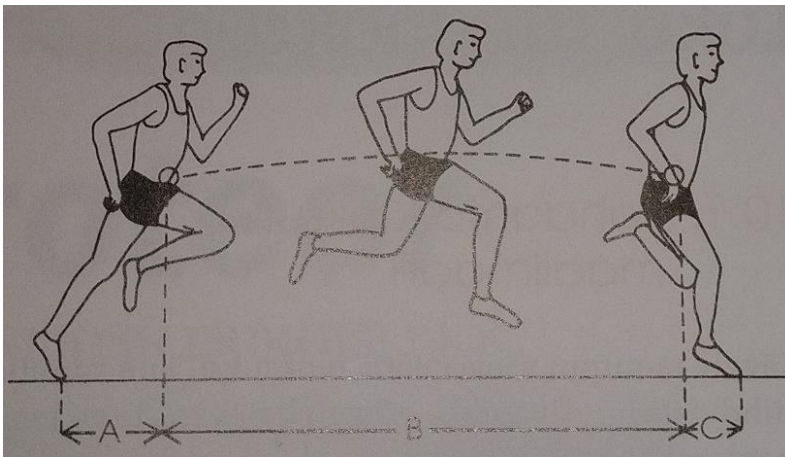
Juoksutekniikan perusteisiin kuuluu ryhdikäs juoksuasento, jossa kädet ja hartiat ovat rentoina ja lonkka ojentuu takana suoraksi. Lisäksi lantio on tuotuna ylös ja eteen. Vartalon asennolla on suuri merkitys juoksun taloudellisuuteen ja voiman siirtymiseen ponnistuksesta liikkeeksi. Myös vartalon sivuttaisliikkeiden minimoiminen auttaa vähentämään juoksun energiankulutusta. Käsien tulisikin liikkua vain eteen ja taakse lähellä vartaloa. Käsien liike on juoksun taloudellisuuden kannalta merkittävää, mutta käsiliikkeen muuttaminen juoksijan luonnollisesta ei vaikuttaisi parantavan taloudellisuutta (Moore ym. 2016). Ihmisen jalat toimivat juoksun aikana jousina, jotka varastoivat ja vapauttavat energiaa. Jousien jäykkyys (lihaspituuden muutos askelkontaktin aikana) vaikuttaa taloudellisuuteen. Jäykempi jousi on taloudellisempi. Jäykkyyttä voi lisätä lyhentämällä askelkontaktiin käytettyä aikaa. (Moore ym. 2016.) Kontaktiaika vaikuttaa juoksun taloudellisuuteen merkittävästi. Lyhyempi askelkontakti vähentää siis juoksijan energiankulutusta (Kuva 1) (Nummela ym. 2007).



Kuva 1. Juoksun taloudellisuuden yhteys kontaktiaikaan kahdella eri nopeudella. (Nummela ym. 2007).

Juoksutekniikkaan liittyvät läheisesti askelpituuden osat. Askelpituus voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen – irtoamispituuteen, lentopituuteen ja alastulopituuteen (Kuva 2). Vaiheet voidaan nimittää myös ponnistusvaiheeksi, lentovaiheeksi ja jarrutusvaiheeksi eri tarkoituksessa. Irtoamispituudella tarkoitetaan ponnistuskohdan horisontaalista etäisyyttä massakeskipisteestä ponnistushetkellä. Irtoamispituus on yksilöllinen, mutta hyvä lantion liikkuvuus lisää lonkan

ojennusta ja yhdessä pakaralihaksen tehokkaan käyttämisen kanssa ne lisäävät irtoamispituutta. Jalan ojennus ponnistusvaiheessa ei saisi aiheuttaa lannerankaa notkistamalla, sillä tämä lisää alaselän rasitusta. (Sandström & Ahonen, 2011, s. 332). Mooren ym. (2016) mukaan lonkan ojennuksen lisäksi taloudellisuutta parantaa polven ja nilkan ojennuksen hienoinen vähentäminen. Alle 10 asteen muutos polven ja nilkan kulmassa saattaa parantaa työntövoimaa ponnistusvaiheessa ja mahdollisesti vähentää työtä jalan koukutusvaiheessa. Lentopituus riippuu ponnistuskulmasta, ilmaan lähdön nopeudesta ja ilmanvastuksesta. Alastulopituus on horisontaalinen matka alastulokontaktipisteestä massakeskipisteeseen. Massakeskipisteen etupuolella tapahtuva kontakti kasvattaa törmäysvoimia ja jarruttaa juoksuvauhtia. Jalan tuleekin aina olla matkalla taaksepäin ja vetää juoksuun lisää vauhtia, kun se koskettaa maata. (Sandström & Ahonen, 2011, s. 332).



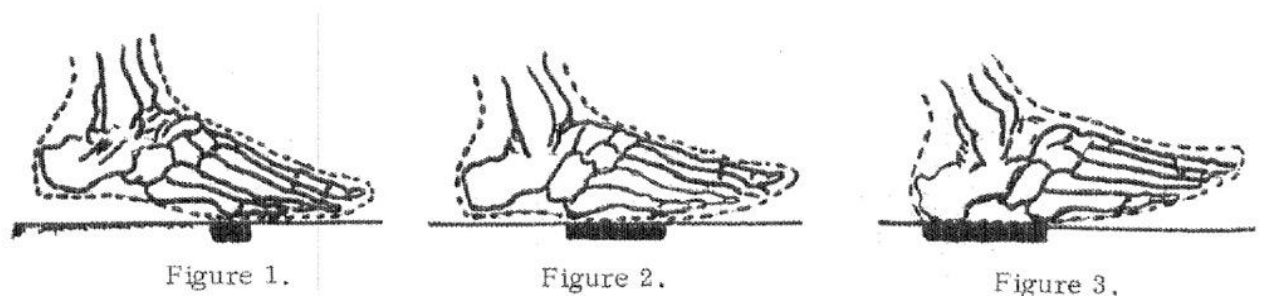
Kuva 2. Askelpituuden kolme vaihetta. (A) irtoamispituus, (B) lentopituus ja (C) alastulopituus (Sandström & Ahonen, 2011, s. 332).

Juoksunopeuden määrittää aina kaksi tekijää – askelpituus ja askeltiheys. Askelpituus ja -tiheys ovat yksilöllisiä, mutta tutkimuksissa on havaittu, että juoksijat valitsevat luonnostaan askeltiheyden ja -pituuden, joka on yksilölle ainakin lähellä taloudellisinta (Moore ym. 2016). Kokeneet juoksijat kuitenkin valitsevat tiheämmän askelrytmin ja osaavat valita askeltiheyden lähempänä optimia kuin vähemmän juoksuharjoitelleet (De Ruyter ym. 2014). Kokemattomat juoksijat voivatkin parantaa taloudellisuuttaan jo lyhyen juoksuharjoittelujakson aikana (Moore ym. 2016). Vaikka teoreettisesti juoksunopeutta on mahdollista nostaa kasvattamalla vain askelpituutta tai askeltiheyttä, on juoksun taloudellisuuden ja loukkaantumisriskin kannalta tärkeää säilyttää näiden optimaalinen suhde. Askeleen akuutti lyhentäminen tai

pidentäminen tekee juoksusta tehotonta ja lisäksi askeleen pidentäminen väsyttää eniten (Sandström & Ahonen, 2011, s. 332).

Juoksunaikaiseen pystysuuntaiseen liikkeeseen voidaan myös vaikuttaa. Huipputasen pikajuoksijoilla vertikaalinen liike juoksun aikana on vain noin 1-2cm (Mero ym. 2007, s.248). Väsymys aiheuttaa pystysuuntaisen liikkeen lisääntymistä ja osaltaan todennäköisesti heikentää taloudellisuutta. Ylipäättään pystysuuntaisen liikkeen vähentäminen vaikuttaisi parantavan juoksun taloudellisuutta. Vaikutukset johtuvat todennäköisesti pienemmästä tuotetusta vertikaalisesta impulssista. Vertikaalista liikettä voidaan aktiivisesti vähentää käyttämällä visuaalista ja auditiivista palautetta. (Moore ym. 2014.) Muutoksia tehtäessä on huomioitava, että vaikutukset eivät aina ole positiivisia. Esimerkiksi Dallam ym. (2005) ohjeistivat triathlonisteja 12 viikon ajan ohjeilla, jotka heikensivät taloudellisuutta lyhentyneestä askelpituudesta ja vähentyneestä vertikaalisesta liikkeestä huolimatta.

Jalan kontakti alustaan voidaan tehdä usealla eri tavalla (Kuva 3.). Päkiäkontaktissa jalkapöydän etuosa on kontaktissa maahan. Paljasjalkakenkien käyttö ohjaa askellusta päkiäkontaktin suuntaan (Altman ym. 2012). Jalan keskiosan kontaktissa jalkaterän keskikohdan ulkoreuna koskettaa ensimmäisenä maata. Kantakontakti on tavallisin hitaan vauhdin juoksussa. Nimensä mukaisesti kantakontaktissa kantapää tekee ensimmäisen kontaktin askeleen osuessa maahan. Jalan kontakti alustaan on yksilöllinen ja voi yksilölläkin vaihdella vauhdin mukaan. Aiemmin jako maratoonarien kanta-askeleen ja pikajuoksijoiden päkiäaskeleen välillä oli selkeä, mutta nykyisin kilpajuoksijoiden eri matkoilla voi nähdä käyttävän muitakin kolmesta kontaktitavasta. (Sandström & Ahonen, 2011, s. 332.)



Kuva 3. Erilaisia jalan kontakteja alustaan. Kontakti on yksilöllinen ja vaihtelee yksilön ja vauhdin mukaan. Päkiäkontakti (1), jalan keskiosan kontakti (2) ja kantakontakti (3).

Juoksutekniikka on yksilöllinen, mutta tutkimusten valossa on tekijöitä, joilla tekniikan taloudellisuuteen voidaan vaikuttaa. Taloudellisuuden kannalta tärkeimmät tekijät juoksussa löytyvät maakosketuksesta. Työntövaiheen tehokkuus, sekä jarrutusvaiheen ajan ja sen aiheuttaman vauhdin hidastumisen minimoinnilla, saattaa olla kaikista suurin merkitys juoksun taloudellisuuden kannalta. (Moore ym. 2016.)

2.2 Rata- ja suunnistusjuoksun eroavaisuudet

Suunnistaja kohtaa lajissaan hyvin erilaisia juoksualueita. Suunnistajan on osattava juosta kovalla asfaltilla ja yhtä lailla hallittava juokseminen hyvin pehmeillä ja epätasaisilla pinnoilla. Juokseminen epätasaisella tai pehmeällä alustalla aiheuttaakin muutoksia juoksuaskeleeseen. Juoksija käyttää erilaisia keinoja siirtyessään epätasaiselle alustalle ja asettaessaan ensimmäistä askelta tuntemattomalle alustalle. Ihmisellä vaikuttaisi olevan kyky automaattisesti mukautua nopeasti juoksemaan uudella alustalla. Muutokset tähtäävät osaltaan parantamaan juoksun taloudellisuutta ja suunnistajilla onkin löydetty yhteys taloudellisen metsäjuoksun ja suorituskyvyn välillä (Ahonen 2014b).

2.2.1 Askeleen muutokset erilaisilla alustoilla

Kohdatessaan muuttuvan juoksualueen, juoksija nostaa ja laskee painopistettään ennen kosketusta alustaan, sekä koukistaa nilkkaa automaattisesti havaitessaan muutoksen alustassa (Ernst ym 2014, Blickhan ym. 2013). Greagh ym. (1998) analysoivat juoksuaskeleen muutoksia kolmella eri alustalla ja havaitsivat päällystetyltä tieltä nurmikolle siirtymisen aiheuttavan askelpituuden lyhentymisen, sekä nopeamman ja korkeamman polvennoston. Muutokset kasvoivat pidemmälle nurmikolle siirryttäessä. Askelsykliin kulunut aika ja askel

frekvenssi eivät muuttuneet. Myös Nilsson ym. (2013a) totesivat askelsykliin kuluvan ajan pysyvän samana erilaisesta pinnasta, kaltevuudesta, maastosta ja kilpailunopeuden eroista huolimatta. Ainoastaan märässä suossa juostessa askelsykli oli hieman muita pidempi. Märkä suo ja hakkuujätteitä sisältävä maasto lisäävät merkittävästi lihasaktiivisuutta, eli vaativat enemmän lihastyötä. Näissä olosuhteissa myös reisilihasten (m. vastus lateralis) jousiominaisuuksien käyttö vähenee huomattavasti ja konsentrisen lihastyön merkitys lisääntyy. Lisäksi reisilihakset joutuvat toimimaan poikkeavalla polvikulmalla. (Nilsson ym. 2013a.) Voloshina ym. (2014) muokkasivat juoksumatosta epätasaisen ja huomasivat askeleen pituus- ja leveysuuntaisen vaihtelun lisääntyvän neljänneksellä. Lisäksi nilkan liike väheni huomattavasti ja jalan jousen jäykkyys, sekä reiden lihasten aktiivisuus lisääntyivät. Lisääntynyt lihasaktiivisuus lisää energiankulutusta ja heikentää juoksun taloudellisuutta. Lonkan ja polven lisääntynyt koukistus on todettu juoksumattoa muokkaamalla luodulla epätasaisella ja ennustamattomalla alustalla, sekä kivisellä pohjalla kävellessä. Epätasainen alusta vaikuttaisikin lisäävän juoksijoiden tietoista valmiutta ottaa vastaan muuttuva alusta (Sterzing ym. 2014, Gates ym 2011).

Alustan pehmeys ei aina heikennä taloudellisuutta. Esimerkiksi pinnoitettu juoksurata varastoi ja palauttaa osan energiasta askeleen aikana, mikä parantaa juoksun taloudellisuutta (Ferris ym. 1998). Juoksualustan jäykkyyden muuttuessa juoksi ja säätää automaattisesti lihasjousen jäykkyyttä. Lihasjousen jäykkyyttä säätämällä voidaan säilyttää juoksuasento ja -tekniikka mahdollisimman muuttumattomana alustan muutoksesta huolimatta. Pehmeältä kovemmalle alustalle astumista tutkineet Ferris ym. (1999) totesivat kehon massakeskipisteen liikkeen pysyvän muuttumattomana alustan muutoksesta huolimatta (Kuva 4). Lihasjousen jäykkyyden muutokset ovat päinvastaisia alustan kanssa (Ferris ym. 1999). Kun alusta on tarpeeksi pehmeä, ei lihasjousen jäykkyyttä lisäämällä voida enää ylläpitää juoksuasentoa, eikä lihasjouseen varastoitunutta energiaa saada käytettyä tehokkaasti. Näin tapahtuu esimerkiksi pehmeällä hiekalla (Gaudino ym. 2012).

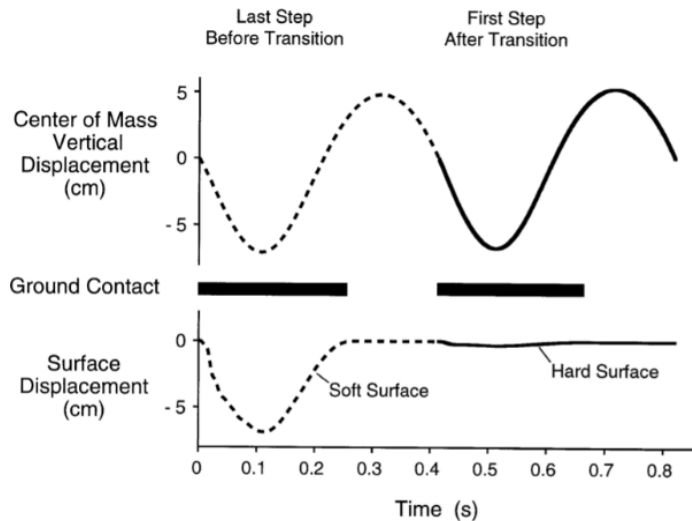
Suunnistajilla tehtyjen tutkimusten perusteella juoksutekniikan muutosten laadusta siirryttäessä erilaisille alustoille ei ole täyttä yksimielisyyttä. Hardin ym. (2004) totesivat juoksumatolla tehdyssä tutkimuksessa alustan pehmentämisen vähentävän lonkan ja polven ojennusta kontaktin aikana, kasvattavan lonkan koukistusta ja vähentävän kulmanopeutta kaikissa alaraajojen nivelissä. Toisaalta Hébert-Losier ym. (2014) saivat toisen suuntaisia

tuloksia vertaillessaan suunnistajien juoksuasentoa tiellä, polulla ja maastossa. Maksimaalisella juoksunopeudella polvikulma kontaktin aikana vaikuttaisi kasvavan ja lonkan koukistus pienenevän siirryttäessä tieltä maastoon juoksunopeuden hidastumisesta huolimatta. Suunnistussuorituksen aikana ei kuitenkaan käytännössä koskaan saavuteta maksiminopeutta, minkä takia tulosten sovellettavuutta käytäntöön voidaan kyseenalaistaa.

Ahosen (2014b) mukaan suunnistajan askeltiheys selittää juoksuvauhtia helppokulkuisessa maastossa ja askelpituus korostuu maastopohjaltaan haastavammissa maastonosissa. Väsymys näkyi tutkimuksessa erityisesti lyhentyneenä askelpituutena ja kasvaneina kontaktiaikoina vaikeammissa maastonosissa. Askelpituuden ja nopean askelkontaktin säilyttäminen onkin suunnistajalle tärkeää.

Epätasaisella alustalla juokseminen vaikuttaa juoksun kinematiikkaan ja ihmisellä on kehittyneitä automaattisia mekanismeja tekniikan mukauttamiseen. Syistä, tai varsinkaan prioriteettijärjestyksestä automaattisen mukauttamiseen ei voida olla varmoja, mutta Blickhan ym. (2013) ehdottavat kehon suojelemista ja turvallisuutta energiansäästämistä tärkeämmiksi tavoitteiksi.

Suunnistusharjoittelun näkökulmasta tutkimukset eivät anna suoria vastauksia, mutta hienostuneet säätömekanismit siirryttäessä erilaisille alustoille, sekä alustan ollessa epätasainen ja ennakoimaton, eivät kehity ilman spesifiä harjoittelua. Biomekaanisesta näkökulmasta suunnistusjuoksun taloudellisuuden kehittymiselle edullisinta vaikuttaisi olevan yksinkertaisesti juokseminen metsässä.



Kuva 4. Massakeskipisteen vertikaalinen liike ja alustan periksiantavuus askelkontaktin aikana siirryttäessä pehmeämmältä alustalta kovemalle. Massakeskipisteen liike pysyi muuttumattomana, vaikka juoksualustaan ”uppoaminen” väheni 6,9 senttimetrinästä 0,3 senttimetriin (Ferris ym. 1999).

2.2.2 Suunnistuksen energiankulutus

Huippusuunnistaja on adaptoitunut juoksemaan pehmeämmällä alustalla, minkä ovat todenneet Jensen ym. (1999) vertaillen ratajuoksijoiden ja suunnistajien taloudellisuutta tiellä ja maastossa. Tutkimuksessa ratajuoksijat olivat hieman suunnistajia taloudellisempia tiellä (212 ± 12 ml/kg/km ratajuoksijoilla ja 217 ± 14 ml/kg/km suunnistajilla), mutta suunnistajat olivat merkittävästi juoksijoita taloudellisempia maastossa (322 ± 33 ml/kg/km ja 305 ± 20 ml/kg/km). Molempien ryhmien taloudellisuus kuitenkin heikentyi siirryttäessä tieltä maastoon. Metsässä juoksemisen vaatimusten vuoksi Rattray ym. (2012) ehdottavatkin 2,5 asteen kulmaa juoksumatossa tavallisen 0,5 asteen sijasta kompensoimaan helpon maaston juoksun vaatimuksia. Lauenstein ym. (2013) kehittivät jopa testin henkilökohtaisen mäkijuoksuvoimien arvioimiseksi (Liite 3). Rattray & Roberts (2011) pohtivat mattotestin soveltuvuutta suunnistajien suorituskyvyn mittaamiseen ja vertasivat 4,5 %:n kulmalla suoritettua mattotestiä maastotestin arvoihin. Rattray & Roberts (2011) saivat koko radan keskimääräiseksi taloudellisuudeksi $258 \pm 30,6$ ml/kg/km ja vertailuksi saivat mattotestistä eri nopeuksilla arvoiksi $242,1 \pm 9,5 - 273,4 \pm 31,7$ ml/kg/km. Kuitenkin on otettava huomioon,

että arvot erilaisista maastotyypeistä eivät ole suoraan vertailukelpoisia tutkimusten välillä jokaisen maaston ollessa erilainen.

Suunnistaessa juoksun on oltava vaihtelevista olosuhteista huolimatta mahdollisimman taloudellista. Olosuhteiden lisäksi juoksunopeus vaihtelee merkittävästi kilpailun aikana, mikä tuo omat vaatimuksensa. Juokseminen erilaisilla alustoilla vaatii juoksuaskeleen sopeuttamista, mikä kasvattaa energiankulutusta. Tasaisella juoksumatolla juoksemiseen verrattuna juokseminen hiekassa kasvattaa energiankulutusta 15-40 % ja juokseminen metsässä 26-72 % riippuen aluskasvillisuudesta ja korkeuseroista (Zamparo ym. 1992, Creagh ym. 1997). Osa suunnistuksen energiankulutuksen kasvusta johtuu lateraalisen tasapainon säätelystä. Ulkoisella lateraalisen tasapainon tuella energiankulutus pienenee jo tasamaalla 2 % (Arellano 2011). Maastossa tasapainon säilyttäminen todennäköisesti lisää energiankulutusta entisestään.

Suunnistusjuoksun erikoisuus – kartanluku juoksun aikana – voi myös vaikuttaa energiankulutukseen. Arellano ym. (2011b) tutkivat käsien heilautuksen vaikutusta energiankulutukseen ja totesivat energiankulutuksen kasvavan 8 % kun käsiä ei heiluteta, kuten karttaa lukiessa kahdella kädellä.

Tutkimusten havaintojen perusteella juokseminen erilaisilla pinnoilla, maastoissa ja kaltevuuksilla, vaativat juoksutekniikan mukautumista ja erilaista lihasten käyttöä. Siten on perusteltua harjoitella spesifisti suunnistusta varten. Spesifisyys tarkoittaa tässä yhteydessä juoksuharjoittelua erilaisilla pinnoilla, maastoissa ja mäissä sekä kevyellä että kovatehoisella kuormituksella. Voimaharjoittelua tulisi myös tehdä erilaisilla nivelkulmilla ja liikenopeuksilla.

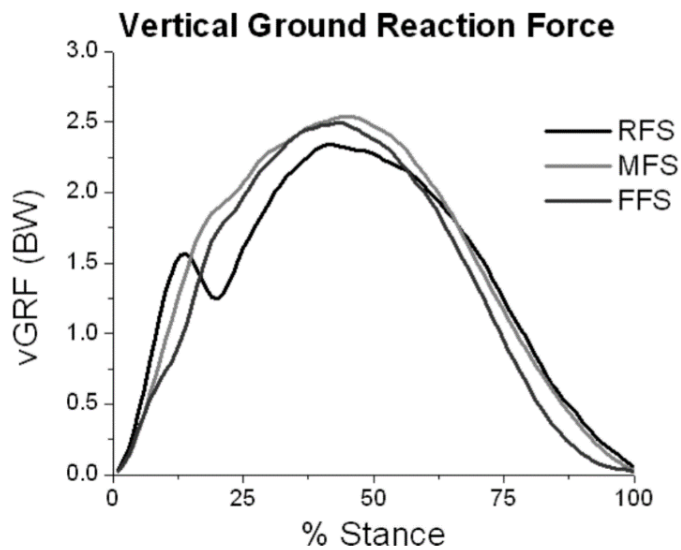
2.3 Loukkaantumisriski juoksulajeissa ja suunnistuksessa

Juokseminen aiheuttaa kävelyyn verrattuna kolminkertaisesti rasitusta alaraajoihin, johtuen painopisteen suuremmista vaihteluista. Kuitenkin esimerkiksi kolmiloikka rasittaa alaraajoja kymmenkertaisesti kävelyyn nähden (Sandström & Ahonen, 2011, s. 331). Alaraajoihin kohdistuvat voimat lisäävät loukkaantumisriskiä ja vuosittain 19-79 % kestävyysjuoksijoista kokeekin juoksemisesta johtuvan alaraajavamman (van Gent ym. 2007).

2.3.1 Juoksuharjoittelun loukkaantumisriski

Yleisimmin juoksija loukkaa polven, säären tai jalkaterän. Viikoittaiset juoksukilometrit, aiemmat vammat ja nopeat muutokset harjoittelussa näyttävät olevan vahvimmin yhteydessä loukkaantumisriskiin. Toisaalta juostujen viikkokilometrien lisäämisellä näyttäisi olevan myös polven vammoilta suojaava vaikutus. (van Gent ym. 2007.) Rakenteellisten syiden, kuten jalkojen erimittaisuuden ja jalkaholvin korkeuden lisäksi vammoja vaikuttaisi aiheuttavan tiettyjen lihasten heikkous. Lantion lihasten, erityisesti lantion loitontajien ja lonkan koukistajien, heikkous on yhteydessä iliotibiaalisen hankaussyndrooman syntyyn. Lisäksi nelipäisen reisilihaksen sisemmän osan (m. vastus medialis) heikkouden epäillään vaikuttavan patellofemoraalisen kipusyndrooman syntyyn. (Fields ym. 2010.)

Juoksuaskeleen muuttaminen tietoisesti tai tiedostamattomasti voi aiheuttaa vammoja. Esimerkiksi askelpituuden kasvattaminen viemällä jalkaa alastulossa kauemmaksi eteen aiheuttaa törmäysvoimien kasvamista ja altistaa säären, alaraajojen ja selän ongelmille (Sandström & Ahonen, 2011, s. 332). Viime vuosina jalan optimaalisesta kontaktista alustaan on puhuttu paljon. Päkiäaskeleeseen vaihtamista on suositeltu ja markkinoille on ilmestynyt päkiäaskeleeseen ohjaavia minimalistisia ”paljasjalkakenkiä”. Tekniikan vaihtamisen perusteeksi kerrotaan usein vertikaalisen reaktivoiman väheneminen askelkontaktin yhteydessä (Kuva 5.). Kengän poistaminen jalasta tai kengän pehmusteiden poistaminen lyhentää askeleen pituutta, lisää askeltiheyttä ja ohjaa askelkontaktia päkiän suuntaan. (Altman ym. 2012.)



Kuva 5. Pystysuuntaiset törmäysvoimat (vGRF) alustaa vasten erilaisilla askelkontakteilla. RFS = kantakontakti, MFS = jalan keskiosan kontakti, FFS = päkiäkontakti, BW = kehon massa (Altman ym. 2012).

Stearne ym. (2014) tutkivat kanta- ja päkiäaskeleen eroja ja tekniikan vaihtamisen vaikutuksia. Mekaanisesti kumpikaan ei vaikuttaisi olevan toista parempi. Tekniikan vaihtaminen saattaa altistaa loukkaantumisille, sillä kuormitus kohdistuu tekniikoissa eri tavoin. Päkiäaskeleeseen vaihtaminen lyhentää askelpituutta, mikä vähentää alaraajojen kokonaiskuormitusta, mutta kasvattaa säären takaosan lihasten rasitusta ja saattaa siten lisätä pohkeen alueen vammoja. Näyttäisi myös siltä, että jatkuvasti vammoista kärsivä juoksija voi hyötyä tekniikan muutoksesta, mutta terveen juoksijan tekniikan muutokselle on loukkaantumisriskin kannalta vähemmän perusteita. (Altman ym. 2012.) Tekniikan vaihtaminen kanta-askeleesta päkiäaskeleeseen näyttäisi lisäksi lisäävän energiankulutusta ja siten heikentävän taloudellisuutta (Stearne ym. 2014). Toisaalta Moore ym. (2013) havaitsivat paljasjalkajuoksun hieman taloudellisemmaksi kuin juoksun kenkien kanssa, mutta totesivat myös mahdolliset vaikutukset loukkaantumisriskiin.

Suuria juoksutekniikan tai harjoittelun muutoksia tulee suorittaa hitaasti, lisäämällä progressiivisesti uusia harjoitteita tai määrää, jotta loukkaantumisriskiä voidaan pienentää (van Gent ym. 2007). Sandström & Ahonen (2011, s. 333) ehdottavat siirtymäajan perussäännöksi minimissään kolmea kuukautta, joka soluilta kuluu uusiutua ja mukautua erilaiseen kuormitukseen.

Juoksuharjoittelun aiheuttamaan loukkaantumisriskiin saattaa olla vaikutusta edellä mainittujen muuttujien lisäksi venyttelyllä, lämmittelyllä ennen harjoitusta, sekä psykologisilla tekijöillä. Tutkimusnäyttö nimenomaan juoksuharjoittelun yhteydessä ei anna varmistusta hyödyistä, mutta lämmittely ennen harjoitusta, venyttely ja stressitön elämä eivät vaikuttaisi myöskään lisäävän loukkaantumisriskiä. (Fields ym. 2010.)

2.3.2 Loukkaantumisriski suunnistuksessa

Suomalaisessa tutkimuksessa, jossa tutkittiin aktiivista elämäntapaa ja loukkaantumisriskiä eri aktiviteeteissa ja eri ikäryhmissä suunnistus todettiin kohtuullisen riskialttiiksi ja huomattavasti esimerkiksi juoksua riskialttiimmaksi, kun vertaillaan lajeja 1000:ta osallistumistuntia kohden. Kuitenkin suurin osa vammoista oli niin lieviä, että ne eivät aiheuttaneet tulevaan fyysiseen aktiivisuuteen tai vain vähän. Töistä poissaoloa vaativia vammoja ei suunnistuksen aiheuttamana tutkimuksen aikana havaittu. (Parkkari ym. 2004). Ruotsalaisessa lukioikäisiä urheilijoita seuranneessa tutkimuksessa kestävyysjuoksijoilla (joista yli puolet suunnistajia) oli muita ryhmiä korkeampi loukkaantumisten esiintyvyys 1000:ta harjoitustuntia kohti, mutta vammat olivat lievempiä ja kivuttomampia ja poissaoloa harjoituksista oli vähemmän kuin muissa lajiryhmissä, poislukien maastohiihto, jossa arvot olivat hyvin juoksun kaltaiset. Kestävyyslajeissa oli sen sijaan muita korkeampi sairastumisten esiintyvyys (von Rosen ym. 2018).

Suomalainen suunnistaja loukkaantuu yleisimmin viikonloppuna kilpailuissa (Kujala ym. 1995). Ruotsalaisia junioriurheilijoita seuranneessa tutkimuksessa loukkaantuminen oli harjoituskaudella kilpailukautta yleisempää (von Rosen ym. 2017). Kujalan ym. (1995) laajassa suomalaisia suunnistajia tutkineessa tutkimuksessa havaittiin alaraajojen vammojen olevan yleisimpiä (73,6% kaikista) ja nilkan (28,7%) ja polven (23,2) olevan yleisimmät paikat loukkaantumiselle. Nilkkavammoista lähes kaikki ovat nyrjähdyksiä (Fong ym. 2007). Myös haavat ja hiertymät, sekä rasitusvammat, kuten krooninen nilkan instabiliteetti, rasitusmurtumat ja penikkatauti ovat suunnistajilla yleisiä. Jopa yli 30% Sveitsiläisistä maajoukkuesuunnistajista on kärsinyt rasitusmurtumista. (Leumann ym. 2013.) Loukkaantumista välttelevälle suunnistajalle suosittelen luettavaksi Linkon ym. (1997) tutkimuksen loukkaantumisriskistä Jukolassa, jossa selvisi, että osuudella on väliä.

Penikkataudin (medial tibial stress syndrome) riski suunnistajilla kasvaa keväisin, kun suunnistajat muuttavat harjoitteluun yleisestä kestävyys- ja lajispesifisestä harjoittelusta kovempitehoiseen harjoitteluun. Myös huippusuunnistajilla muita yleisempi lättäjalka lisää penikkataudin riskiä. (Leumann ym. 2013.) Harjoittelussa pitäisi ottaa huomioon riittävän pitkä siirtymäkausi, jotta jalat ehtivät adaptoitua harjoitteluun.

Sveitsiläisen tutkimuksen 18-19 -vuotiaiden juniorieliittisuunnistajien harjoituspäiväkirjojen analyysissä 72% raportoiduista vammoista oli rasitusperäisiä ja akuutteja vammoista oli vain 28%. Suurin osa vammoista ei kuitenkaan aiheuttanut harjoituspäivien menetystä tai menetykset olivat minimaalisia. Verrattuna aiemmin tutkittuihin muiden juoksulajien urheilijoihin, suunnistajat tekivät vähemmän kovatehoista intervalliharjoittelua (HIIT). Säännöllinen HIIT -harjoittelu oli tutkimuksessa yhteydessä pienempään loukkaantumisriskiin. Toinen loukkaantumisriskiin vaikuttava tekijä oli harjoittelun monotonisuus, jota havaittiin erityisesti miessuunnistajilla. Esimerkiksi voimaharjoittelu 2-3 kertaa viikossa vaikuttaisi vähentävän loukkaantumisriskiä. (Roos ym. 2015).

Nilkan vammojen ollessa yleisimpiä suunnistajien vammoja olisi tärkeää myös ennaltaehkäistä loukkaantumisia. Vuonna 2018 julkaistun ohjeistuksen mukaan yhden jalan tasapainotestin (SLB, liite 1) positiivinen tulos on vahvasti yhteydessä nilkan nyrjähdysriskin kanssa (Trojan ym. 2006). Myös rajoittunut 34 asteen dorsifleksiokulma on yhteydessä moninkertaiseen nyrjähdysriskiin verrattuna 45 asteen kulman saavuttaviin henkilöihin (Liite 2). (Vuurberg ym. 2018.) Testejä voisikin käyttää suunnistajien nilkan heikkouksien löytämiseen. Eri lajien nilkkavammoja tutkittaessa on todettu naisten ja lasten olevan korkeimman riskin ryhmässä (Doherty ym. 2013).

Nilkan nyrjähdysten ehkäisemiseksi suositellaan asentoaistia kehittäviä harjoitteita, kuten koordinaatio- ja tasapainoharjoituksia. Niiden avulla varsinkin aiemmin nilkkavammoista kärsineiden loukkaantumisriskiä voidaan laskea. Suunnistajien kannattaa tutustua Kuusipohjan ja Kurkon (2012), Luontolan (2011), sekä Flöjtin (2009) opinnäytetöihin, joista ensimmäisessä on ohjeita suunnistajan ketteryysharjoitteluun ja jälkimmäisissä ohjeita suunnistajan asennonhallinnan ja lihastasapainon testaamiseen. Harjoittelun lisäksi voidaan käyttää teippiä tai järeämpää tukea ja molemmista on hyötyä sekä aiemmin vammoista kärsineille että terveniikkaisille. Korkeista kengistä ei kuitenkaan vaikuttaisi olevan hyötyä. (Vuurberg ym. 2018.)

Vamman jo synnyttyä, Vuurbergin ym. (2018) mukaan elastinen kinesiotippi ei vaikuttaisi antavan riittävää tukea vasta loukkaantuneelle nilkalle, vaan tukemiseen kannattaisi käyttää erillistä tukea 4-6 viikon ajan vamman jälkeen. Täysi liikkumattomuus ei ole suositeltavaa nyrjähdysten jälkeen. Ohjeistuksesta huolimatta lääkäri tuntee parhaiten vamman laadun ja osaa kertoa parhaan menetelmän.

Polvivammojen osalta pätee sama kuin edellisessä luvussa. Yleisimpien juoksijoiden polvivammojen ehkäisemisessä tärkeitä kohteita ovat lonkan loitontajien ja koukistajien, sekä reisilihaksen sisäosan voimatasojen riittävyys (Fields ym. 2010.).

3. SUUNNISTAJAN OMINAISUUDET

3.1 Suunnistajan antropometria

Suunnistajalta vaadittavat ominaisuudet ovat matkasta ja maastotyypistä riippuen erilaisia. Vaikka erinomaisilla suunnistustaidoilla varustetut suunnistajat menestyvät maastossa kuin maastossa, voi fysiikan kannalta olla urheilijalle sopivampia ja vähemmän sopivia maastoja. Taulukosta 1 huomataan, että suunnistajien ominaisuudet vaihtelevat paljon ja suunnistajan arkkityyppiä on mahdotonta määritellä. Suunnistaja voi olla pitkä tai lyhyt ja jopa maailmanmestareilla voi olla painossa eroa lähes 20 kg.

Taulukko 1. Suunnistajan paino ja pituus eri tutkimuksissa.

	n	Taso	Maa	Sukupuoli	Ikä (vuotta)	Paino (kg)	Pituus (cm)
Ahonen 2014	10	Maan kärkitaso	Suomi	Mies	26,8 ± 7,1	66,9 ± 6,3	181 ±0,05
Koskinen & Kosola 2015	5	Maajoukkuetaso	Suomi	Mies	25,0 ±2,9	65,7 ±5,3	180 ±0,07
	9	Kansallinen taso	Suomi	Mies	24,7 ±2,7	74,3 ±8,8	185 ±0,09
Tönnesen ym. 2015	6	Maailmanmestari	Norja	Mies	25 (21-31)	71 (56-78)	181 (177-185)
	2	Maailmanmestari	Norja	Nainen	29 (25-32)	56 (55-57)	173 (168-178)
Hebert-Losier ym. 2014	7	Eliitti	Ruotsi	Mies	26,4 ±5,4	72,6 ±6,2	183,5 ±6,7
	7	Amatööri	Ruotsi	Mies	30,5 ±9,5	74,9 ±8,6	183,3 ±4,3

3.2 Suunnistajan juoksusuorituskyky

Suunnistajan juoksusuorituskyvystä saa jonkinlaisen kuvan vertailemalla maailman parhaiden suunnistajien ratajuoksutuloksia juoksijoihin. Venäläinen suunnistuksen moninkertainen maailmanmestari Andrei Khramov on juossut 5000 m aikaan 14.05 ja 3000 m 8.12. Myös moninkertainen suunnistuksen maailmanmestari Emil Wingsted on juossut 3000 m aikaan 8.21 ja puolimaratonin 1.06.41. Molemmat ovat voittaneet maailmanmestaruuden myös sprinttisuunnistuksessa, jossa ratajuoksunopeudesta voidaan olettaa olevan eniten hyötyä. Sprinttisuunnistuksessa MM-kultaa on voittanut myös Sveitsiläinen Daniel Hubmann, joka on juossut 5000 m aikaan 14.44. Sen sijaan viime vuosien suunnistajista kovin ratajuoksija, Belgialainen Yannick Michiels, on parhaimmillaan sijoittunut sprinttisuunnistuksen MM-kilpailuissa neljänneksi ja on juossut 3000 metriä aikaan 7.59, 5000 m 13.47 ja 10000 m 29.24. Ratajuoksun maailmanennätykset (3000 m 7.20, 5000 m 12.37, 10000 m 26.41) ovat kohtuullisen kaukana suunnistajien tuloksista, mutta nyky suunnistajat yltävät melko lähelle suomalaisten 2000-luvun yleisurheilijoiden tuloksia lyhyemmillä matkoilla (3000m 7.47, 5000m ei alle 13.30 tulosta, 10000m 28.07).

Naisissa sprinttisuunnistuksen maailmanmestari Hanny Allston on juossut 5000 metriä 16.16 ja naissuunnitusta aikanaan hallinnut Simone Niggli 17.19. Naisissa 5000 metrin maailmanennätys on miehien tapaan kaukana ollen 14.11. Suomen taso 5000 metrin juoksussa on naisissa ollut 2000-luvulla miehiä parempi (15.10) ja siten suunnistajien ero juoksijoihin on miehiä suurempi.

Suunnistuksessa ratajuoksu-kyky ei määritä menestystä kokonaisuudessaan. Varsinkin sprinttisuunnistuksessa on kuitenkin pystyttävä ylläpitämään riittävän kova juoksuvauhti menestyksen mahdollistumiseksi. Miehillä vauhti on karkeasti 5000 metriä alle 15 minuutin ja naisilla noin 17 minuuttia samalla matkalla. Metsämatkoilla maastotyypillä on suuri merkitys ja vauhtivaatimuksia on vaikeaa määritellä.

3.3 Suunnistajan voimaominaisuudet

Miessuunnistajien alaraajojen isometriseksi maksimivoimaksi on mitattu jalkaprässissä 2600–4400 N (Ahonen 2014; Truhponen 2013; Väisänen 2002; Koskinen & Kosola 2015; Paavolainen ym. 1999a). Väisänen (2002) totesi samalla yksilöllisten erojen olevan suuria alaraajojen maksimivoiman kohdalla (Ahonen 2014; Truhponen 2013; Väisänen 2002; Koskinen & Kosola 2015). Toisella menetelmällä Millet ym. (2010) mittasivat isometrisen polven ojennuksen maksimivoimaksi 524 N. Alaraajojen räjähtävää voimantuottoa on mitattu maksimaalisella voimantuottonopeudella (RFD, rate of force development) isometrisessä jalkadynamometrissä muutamassa tutkimuksessa, joissa miessuunnistajien voimantuottonopeudeksi on saatu 13100–15200 N/s (Väisänen 2002, Truhponen 2013, Ahonen 2014b).

Nopeusvoimaominaisuuksia on mitattu staattisella ja kevennyshypyillä, joista miessuunnistajien hyppyjen nousukorkeuksiksi on saatu kevennyshypyssä 32–38 cm ja staattisessa hypyssä 31–33 cm. Suunnistajien voimaominaisuuksia mitanneissa tutkimuksissa saatujen tulosten suuret erot johtuvat sekä voimaominaisuuksien yksilöllisyydestä että mitatun otoksen heterogeenisyydestä, mikä voidaan havaita myös taulukon 2 vaihtelevista tuloksista tutkimusten välillä. Väisänen (2002) tutkimuksen kahdeksan miessuunnistajaa kuuluivat A- tai B-maajoukkueeseen. Ahosen (2014b) tutkimuksessa tutkittavien keski-ikä oli $26,8 \pm 7,1$ vuotta ja 10 testihenkilön joukossa oli sekä nuorten että yleisen sarjan Suomen kärkitason suunnistajia, mutta kärkitasoa ei ole tässä määritelty tarkemmin.

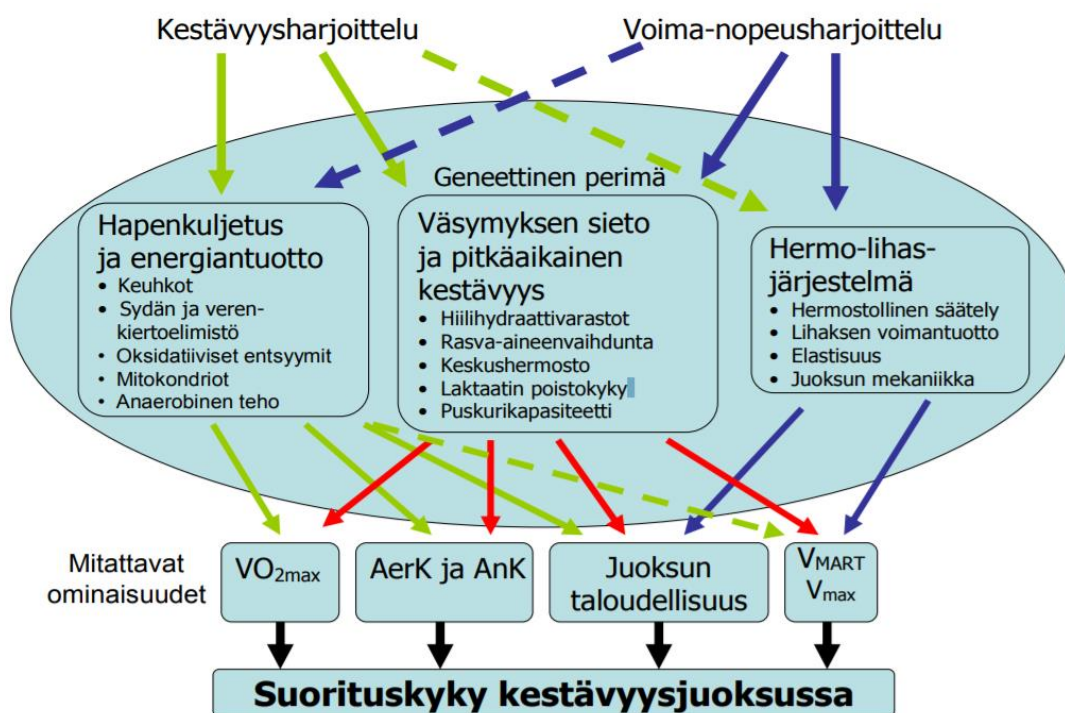
TAULUKKO 2. Alaraajojen maksimivoima (FMAX) ja maksimaalinen voimantuottonopeus (RFD) isometrisessä jalkaprässissä sekä staattinen (SJ) ja kevennyshyppy (CMJ) eri tutkimuksissa, joissa koehenkilöinä on ollut miessuunnistajia (Väisänen 2002, Ahonen 2014b).

	FMAX (N)	RFD (N/s)	CMJ (cm)	SJ (cm)
Ahonen 2014	3303 ± 716	13138 ± 3202	32,7 ± 3,4	31,2 ± 2,8
Väisänen 2002	2636 ± 465	13211 ± 2220	33 ± 2	37 ± 1

Suunnistajien maksiminopeutta on tutkittu vain muutamassa tutkimuksessa. Paavolainen ym. (1999a; 1999b) saivat tutkimuksissaan miessuunnistajien 20 metrin maksimijuoksunopeudeksi 7,8–8,2 m/s ja Tervo (2009) 7,67–7,93 m/s mies- ja naissuunnistajilla. Truhponen (2013) sen sijaan mittasi 20 metrin kiihdytykseen kulunutta aikaa ja sai miessuunnistajien ajaksi 3,22 sekuntia. Maksimaalisen juoksunopeuden tai kiihdytyksen mittaaminen tottumattomilla koehenkilöillä saattaa aiheuttaa tuloksiin virhettä. Tosin esimerkiksi Tervon (2009) intensiivistä juokсутekniikkaharjoittelua sisältäneen interventiojakson jälkeen suoritetuissa mittauksissa koehenkilöt todennäköisesti saavuttivat todellisen maksiminopeutensa. Paavolainen ym. (1999c) mittasivat eliittisuunnistajien 20 metrin maksiminopeudeksi 7,96 m/s ennen räjähtävää voimaharjoittelua sisältänyttä yhdeksän viikon interventiojaksoa ja 8,23 m/s interventiojakson jälkeen. Hermolihasjärjestelmän toimiessa pääasiallisena maksiminopeuden rajoittajana, saadaan positiivisia vaikutuksia juoksunopeuteen ja askelmuuttujiin erilaisilla hyppyjä ja kiihdytyksiä sisältävillä harjoituksilla (Paavolainen 1999c; Tervo 2009).

4. SUUNNISTUS JA VOIMAHARJOITTELU

Vaikka juokseminen onkin juoksijalle tärkein harjoittelumuoto, on juoksusuorituskyky monimutkainen kokonaisuus (Kuva 6), eikä muita harjoitusmuotoja ja niiden merkitystä saa unohtaa. Voimaharjoittelun vaikutuksia metsäjuoksuun on tutkittu hyvin vähän (Lusa & Lonka 1988). Sen sijaan voimaharjoittelun vaikutuksia kestävyysjuoksusuorituskykyyn harjoitelleilla juoksijoilla on tutkittu. Nykyinen tutkimustieto osoittaa selvästi plyometrisen ja maksimivoimaharjoittelun hyödyllisyyden kestävyysjuoksijoille. Yhdistetyllä juoksu- ja voimaharjoittelulla on kuitenkin tunnetusti toistensa kehittymistä haittaava vaikutus, minkä takia tasapainon löytäminen harjoitustyypien välillä on tärkeää (Balsalobre-Fernández ym. 2016). Alaraajojen voiman lisäksi juoksijalle on tärkeää omata riittävät lantion ja keskivartalon voimatasot, varsinkin loukkaantumisriskin pienentämiseksi.



Kuva 6. Kestävyysuorituskykyyn vaikuttavat ominaisuudet. Lyhenteet: VO₂max = maksimaalinen hapenottokyky; AerK = aerobinen kynnyks; AnK = anaerobinen kynnyks; VMART = maksimaalinen juoksunopeus MART testissä; V_{max} = maksimaalinen juoksunopeus (KIHU 2007)

4.1 Voimaharjoittelu yleisesti

Voimaharjoittelun merkityksen ja harjoittelun ohjelmoinnin ymmärtämisen kannalta on tärkeää, että tietää jonkin verran voiman osa-alueista ja voimasta yleisesti. Seuraavassa lyhyesti voimasta yleisesti ja sen jälkeen seuraavassa kappaleessa voimaharjoittelun yhteydestä juoksusuorituskykyyn.

Voima jaetaan yleisesti kolmeen pääkategoriaan: kestovoimaan, maksimivoimaan ja nopeusvoimaan. Monen urheilulajin näkökulmasta kestovoima voidaan ajatella pohjaa luovana, maksimivoima rakentavana ja nopeusvoima jalostavana voiman muotona. Useimmissa urheilulajeissa nopeusvoima on lajinomaisinta, mutta ilman maksimivoimaa nopeusvoima jää vajaaksi ja ilman kestovoimaa ei ole pohjaa, jolle muuta voimaa rakentaa (Forsman & Lampinen 2008, 441). Taulukossa 3 esiteltynä voiman osa-alueiden harjoittamisen erityispiirteitä.

Kestovoima on kykyä ylläpitää tiettyä voimatasoa pitkään. Kestovoimalle on tyypillistä matala kuorma ja pitkä kesto. Esimerkiksi 20 toistoa istumaannousuja on kestovoimaharjoitus. Kestovoimaharjoitteet ovat tärkein voimaharjoituksen muoto aloittelijoilla, sekä lapsilla ja nuorilla. Keskivartalon kestovoima on erittäin tärkeää urheilun kannalta erityisesti asennon ylläpitämisen ja hyvän tekniikan säilyttämisen kannalta suorituksen kuluessa. Kestovoima voidaan jakaa aerobiseen, eli hapelliseen lihaskestävyyteen, sekä anaerobiseen voimakestävyyteen. Lihaskestävyysharjoituksessa tehdään yleensä useampia toistoja ja hitaammalla temmolla kuin voimakestävyysharjoituksessa, jossa kehonpainoon lisätään yleensä pieni lisäpaino.

Maksimivoima on voima, joka on mahdollista saavuttaa maksimaalisessa tahdonalaisessa kertasuorituksessa. Maksimivoima on riippuvainen lihaksen poikkipinta-alasta ja rekrytoitavien motoristen yksiköiden määrästä. Lihaksen poikkipinta-alan kasvattamiseen tähtäävää harjoittelua kutsutaan perusvoimaksi tai hypertrofiseksi harjoitteluksi ja motoristen yksiköiden rekrytoinnin parantamiseen keskittyvää harjoittelua hermostolliseksi maksimivoimaksi. (Forsman & Lampinen 2008, 441) Perusvoimaharjoituksessa tehdään yleensä 6-12 toistoa sarjassa ja harjoituksen jälkeen lihakset tuntuvat usein ”pumpatuilta” lihaksiin kertyneen nesteen vuoksi. Hermostollisessa

maksimivoimaharjoituksessa tehdään 1-5 toistoa sarjassa hyvin lähellä kyseisen toistomäärän maksimia ja harjoituksessa lähes jokainen toisto tuntuu maksimaaliselta.

Nopeusvoima on kykyä tuottaa mahdollisimman paljon voimaa lyhyessä ajassa. Eri lajeissa voiman tuottoon on pidempi tai lyhyempi aika, mutta yleisesti urheilussa tarvitaan nopeaa voimantuottoa tehokkaan ja taloudellisen suorituksen toteuttamiseksi. Nopeusvoimasuorituksissa korostuvat lihasten elastiset ”kimmo”ominaisuudet, sekä lihasten kyky tuottaa voimaa nopeasti. Nopeusvoimaharjoituksia ovat mm. loikkaharjoitukset ja aitahyyt, sekä hyppy targon kanssa.

Taulukko 3. Voiman eri osa-alueiden harjoittamisen piirteet. Mukaeltu Forsman & Lampinen 2008, 442.

Voiman osa-alue	Kestovoima		Maksimivoima		Nopeusvoima	
	Lihaskestävyys	Voimakestävyys	Perusvoima	Maksimivoima	Pikavoima	Räjähävävoima
Harjoitusmuoto						
Toistot/sarja	20-50	10-50	6-10	1-5	6-10	1-5
Lisäpaino (% maksimista)	oma keho	20-60	60-85	85-100	30-80	40-60
Palautus sarjojen välillä	30s-2min	30s-2min	30s-2min	3-5min	3-5min	3-5min
Suoritustempo	Rauhallinen	Vaihteleva/nopea	Nopea/tekninen	Mahd. nopea	Max nopeus	Max räjähtävä
Harjoitusmuodot	Kuntopiiriharjoittelu Koordinaatiot Pitkät hyppysarjat	Lisäpainoharjoitteet	Lisäpainoharjoitteet	Lisäpainoharjoitteet	Lisäpainoharjoitteet Aitahyyt Porrasjuoksu Mäkijuoksu	Lisäpainoharjoitteet Vauhdilliset loikat Kinkat

Harjoittelun ohjelmointi. Mero ym. (2007, 257) ohjeistavat aloittamaan voimaharjoittelun seuraavien periaatteiden mukaan:

1. Valitse aluksi keskivartaloa vahvistavia harjoituksia.
2. Vahvista vammoja ennaltaehkäiseviä lihaksia.
3. Lisää lihaksiston voimaa niin, että tekniikka/taito, sekä voima/nopeus voivat kehittyä kummankaan häiriintymättä.
4. Harjoita koko nivelkulman aluetta.
5. Opettele kolme vuotta voimaharjoittelua ennen ”kovaa ja tehokasta” harjoittelua. (koskee erityisesti nuoria urheilijoita)
6. Käytä suurta voimaharjoitusten määrää opetteluvaiheessa ja murrosiässä urheilullisuuden ja harjoitettavuuden parantamiseksi.

Yksittäisen voimaharjoituksen suunnittelussa ensimmäinen lähtökohta on harjoituksen tyyppi, eli onko kyseessä kesto-, maksimi-, vai nopeusvoimaharjoitus. Kestovoimaharjoituksessa keskittyminen pitäisi olla erityisesti keskivartalossa ja tukilihaksissa. Maksimivoimaharjoituksessa tulisi ensimmäisenä pohtia onko tarkoituksena kasvattaa lihasmassaa vai vain voimaa hermostollisella maksimivoimaharjoituksella. hermostollisen maksimivoiman harjoittaminen vaatii aina paljon henkisiä voimavaroja jokaisella toistolla. Siinä käytetäänkin pieniä toistomääriä ja suuria suhteellisia kuormia. Hypertrofisessa voimaharjoittelussa taas käytetään hieman suurempia toistomääriä ja pienempää kuormaa. Nopeusvoimaharjoitus on yleensä voimaharjoituksen muodoista kaikkein lajinomaisin, eli lähinnä todellisen urheilusuorituksen vaatimuksia. Nopeusvoimaharjoituksen suunnittelussa on otettava huomioon, että harjoituksessa toteutuvat maksimaalinen yritys, lajinomaisuus, sarjan riittävän lyhyt kesto, pitkä palautus, ärsykkeen vaihtelu, sekä harjoitusmäärän nousujohteisuus. Lisäksi kuorman tulisi olla kevyt, mutta harjoituskaudella voidaan kuitenkin käyttää hieman raskaampia kuormia kuin kilpailukaudella. (Mero ym. 2007, 256-263) Taulukossa 4 esitettyä klassinen voimaharjoittelun jaksotusmalli. Myöhemmin esitettyä erityisesti juoksuun ja suunnistukseen suunniteltu voimaharjoitteluohjelma.

Taulukko 4. Klassinen voimaharjoittelun periodisaatiomalli voima- ja nopeusvoimaharjoittelussa. Jokainen jakso kestää noin 12-20 viikkoa. (Mukaeltu Kraemer & Häkkinen 2002)

Jakso	Hypertrofia	Voima (Hermostollinen)	Nopeusvoima	Nopeusvoiman irtiotto
Määrä	Korkea	Kohtalainen	Pienestä kohtalaiseen	Pieni
Intensiteetti	Matala	Korkea	Korkea	Hyvin korkea
Sarjat	3-6	3-6	3-6	1-4
Toistoja/sarja	8-12/20	1-5	1-5	1-4
Palautusaika	30-60 s	2-5 min	2-5 min	3-5 min
Harjoitteiden valinta	Koko vartalo ja heikot alueet	Urheilulajissa tarvittavat lihakset	Tehoa tarvitsevat lihakset	Maksimitehoa tarvitsevat lihakset
	Heikommat			
Harjoitteiden järjestys	lihasryhmät ensin	Harjoituksen alussa	Harjoituksen alussa	Harjoituksen alussa

4.2 Voimaharjoittelun vaikutus juoksun taloudellisuuteen ja suorituskykyyn

Voimaharjoittelusta hyötyvät kaiken tasoiset juoksijat (Berryman ym. 2018). Tästä huolimatta kestävyysjuoksupiireissä pelätään voimaharjoittelun aiheuttavan esimerkiksi epätoivottua massan kasvua. Hypertrofinen harjoittelu aiheuttaakin lihaskasvua ja sen myötä massan

kasvamista. Voimaharjoittelun hyödyt lihasvoiman kasvulle voidaan kuitenkin saavuttaa hermostoa kehittämällä ilman lihashypertrofiaa, eikä voimaharjoittelun vaikutuksia kestävyysuorituskykyyn tutkimuksissa ole nähty kehon massan kasvua (Barnes 2015; Rønnestad & Mujika 2014). Voimaharjoittelun lisääminen harjoitusohjelmaan ei myöskään näytä laskevan juoksijoiden hapenottoa. (Berryman ym. 2018).

Voimaharjoittelun on havaittu parantavan juoksuaikoja eri kestävyysmatkoilla, sekä parantavan submaksimaalisen juoksun taloudellisuutta. Hyödyt on havaittu myös hyvin harjoitelleilla juoksijoilla. (Barnes ym. 2015.) Lisäksi paremmat voimaominaisuudet ovat yhteydessä parempaan väsymyksen sietokykyyn. Voimaharjoittelumuodoista maksimivoimaharjoittelu vaikuttaisi olevan merkittävästi voimakestävyysharjoittelua tehokkaampaa juoksun taloudellisuuden ja juoksusuorituskyvyn kannalta, tosin myös voimakestävyysharjoittelulla voidaan saavuttaa ainakin jonkin verran tuloksia (Sedano ym. 2013; Barnes ym. 2015). Ennen maksimivoimaharjoitteluun siirtymistä on varmistettava oikeat nostotekniikat kevyemmällä painoilla.

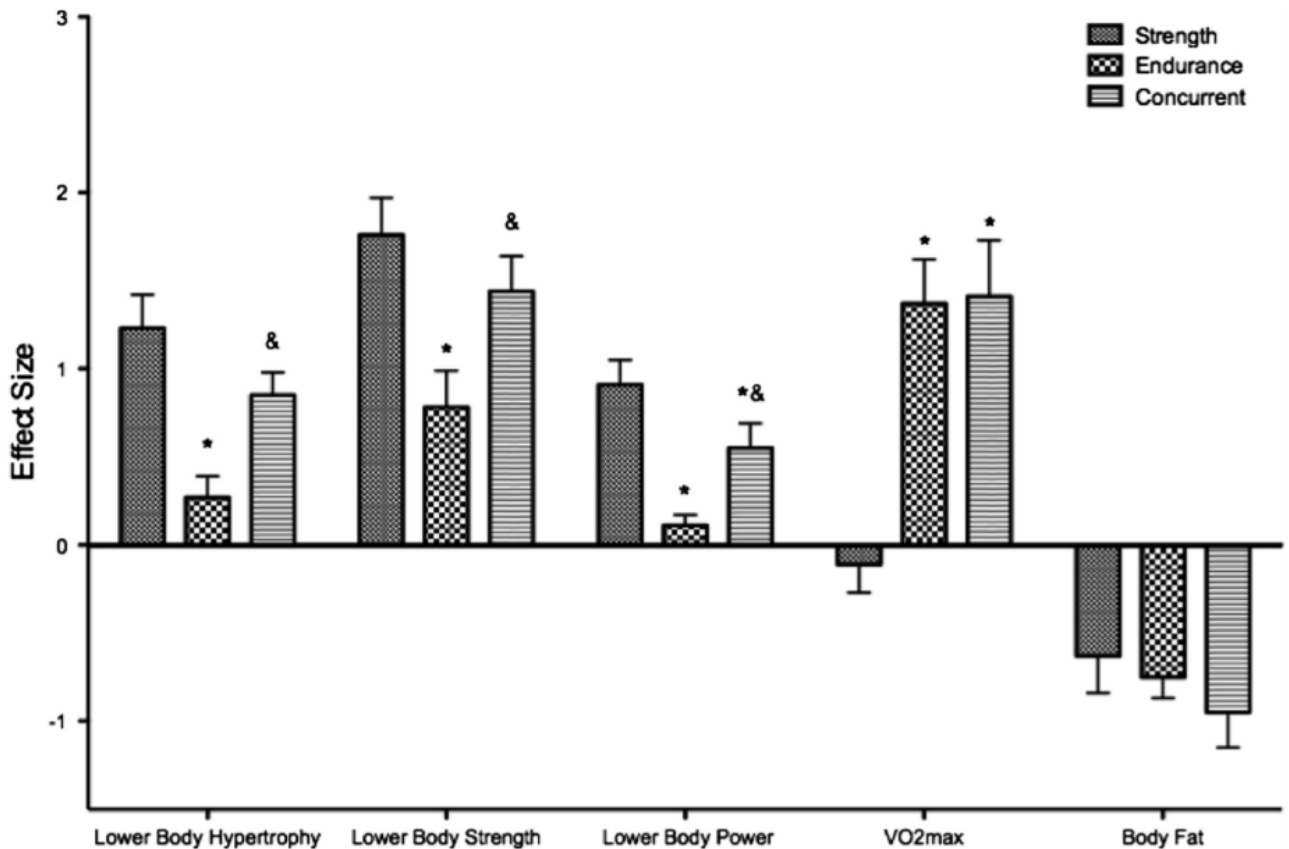
Räjähtävä- ja/tai maksimivoimaharjoittelu parantaa sekä kestävyysjuoksusuorituskykyä että taloudellisuutta (Kuva 7.). Tutkimusnäytön perusteella maksimivoimaharjoittelu vaikuttaisi olevan plyometrista harjoittelua tehokkaampaa (Barnes ym. 2015) Maksimivoima- ja plyometrisella/räjähtävällä harjoittelulla on arveltu olevan erilaiset vaikutusmekanismit, minkä takia onkin perusteltua sisällyttää voimaharjoitteluohjelmaan molempia (Millet ym. 2002). On myös huomionarvoista, että voimaharjoittelun hyödyt ovat yksilöllisiä ja osa juoksijoista hyötyy toisia enemmän voimaharjoittelusta. (Barnes ym. 2015.)

Potential positive physiological and performance effect	Evidence of benefit	Potential negative physiological and performance effect	Evidence of negative outcome
Improved VO_{2max}	No	Increased body mass	No
Improved exercise economy	Yes	Compromised relative VO_{2max}	No
Improved anaerobic capacity	Yes	Increased diffusion distance	No
Improved lactate threshold	Yes	Reduced capillarization	No
Reduced or delayed fatigue	Yes	Reduced oxidative enzyme activity	No
Improved maximal strength	Yes		
Improved rate of force development	Yes		
Improved maximal speed	Yes		
Improved endurance performance	Yes		

Kuva 7. Maksimi- ja räjähtävän voimaharjoittelun vaikutukset kestävyysuorituskykyyn (Rønnestad & Mujika 2014).

Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus (KIHU) havaitsi suomalaisilla huippukestävyysjuoksijoilla (mukaan lukien suunnistajat) merkittäviä lihasheikkouksia keskivartalosta. Löydöksiä olivat ison pakaralihaksen viivästynyt toiminta, sekä keskimäinen pakaralihaksen ja alavatsan syvien lihasten (poikittainen vatsalihas ja sisempi vino vatsalihas) heikkous. Ison pakaralihaksen viivästynyt toiminta aiheutti saman jalan takareiden yliaktiivisuutta, sekä lantion eteenpäin kiertymistä ja selän kiertosuunnan peittämistä. Jälkimmäiset aiheuttivat todennäköisesti jäykkyyttä alaraajoissa, sekä juoksuasennon peittämistä. Keskimäisen pakaralihaksen heikkous aiheutti leveän peitinkalvon jännittäjälihaksen (tensor fasciae latae, TFL) yliaktiivisuutta (KIHU 2007). TFL:n kireys saattaa vaikuttaa myös iliotibiaalisyndrooman (juoksijan polvi) syntyyn, sillä se kiinnittyy myös suoli-sääriluusteeseen. Näiden löydösten perusteella monilla suunnistajilla on todennäköisesti korjaamista vaativia heikkouksia keskivartalon lihaksistossa. Siksi onkin tärkeää vahvistaa näitä lihaksia alaraajojen voiman lisäksi.

Nykyinen tutkimusnäyttö voima- ja kestävyysharjoittelun yhdistämisestä osoittaa, että voima- ja kestävyysominaisuuksien kehittämisen maksimointi ei ole mahdollista yhtä aikaa. Kestävyysurheilijoiden onneksi kestävyysharjoittelun estävä vaikutus voimaominaisuuksien kehittymiseen voimaharjoittelun seurauksena on merkittävä, mutta päinvastaisesta ei ole vahvaa tutkimusnäyttöä. Wilsonin ym. (2012) meta-analyysin mukaan kestävyysharjoittelu vaikuttaa jonkin verran lihasten hypertrofian ja voiman kehittymiseen, mutta eniten, ja ainoana merkitsevästi, nopean voimantuotannon kehittymiseen (Kuva 8). Juoksuharjoittelulla vaikuttaisi olevan pyöräilyä suurempi voiman ja hypertrofian kehittymistä estävä vaikutus. On myös huomioitava, että vaikutukset näyttävät olevan lihasryhmäkohtaisia ja juoksuharjoittelu ei näytä vähentävän ylävartalon voimaharjoittelun vaikutuksia (Wilson ym. 2012). Suunnistajan näkökulmasta voimaharjoittelun lisääminen harjoitusohjelmaan ei vaikuta ongelmalliselta kestävyysominaisuuksien kehittymisen kannalta. Mikäli tavoitteena on hyödyntää tehtävät voimaharjoitukset optimaalisesti, kannattaa voimaharjoittelua kehittävä jakso sijoittaa harjoituskauden vaiheeseen, jossa kestävyysharjoittelun määrä on mahdollisimman vähäinen. Voimaharjoitus kannattaa myös tehdä ennen kestävyysharjoitusta tai eri päivänä (Fyfe ym. 2014).



Kuva 8. Meta-analyysin tulokset voima-, kestävyys- ja yhdistetyn harjoittelun vaikutusten vertailusta voima- ja kestävyysominaisuuksien ja kehon rasvan osalta (*= ero voimaharjoitteluun on merkitsevä, &=ero kestävyysharjoitteluun on merkitsevä) (Wilson ym. 2012).

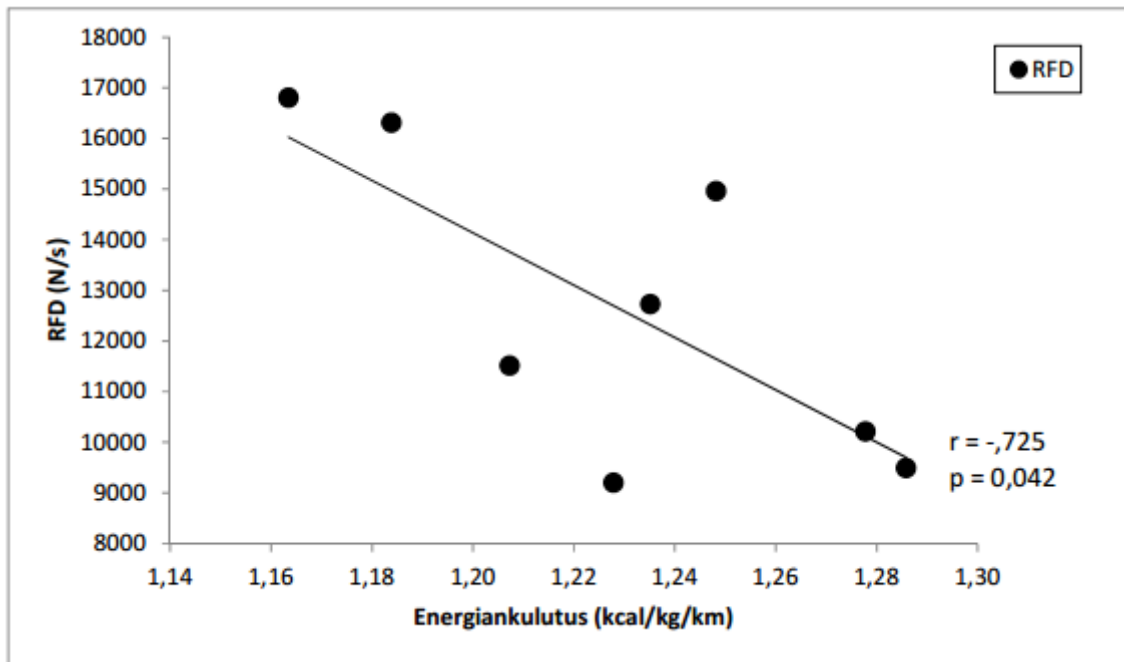
Voimaharjoittelun vaikutusten on esitetty johtuvan kehittyneestä lihaskoordinaatiosta ja lihasten yhteistoiminnasta, jotka lisäävät lihasjousen jäykkyyttä ja siten lyhentävät kontaktiaikaa. Vaikutukset juoksun taloudellisuuteen voivat kuitenkin johtua myös juoksutekniikan muutoksista tai voima- ja nopeusominaisuuksien parantumisesta. Toisaalta on ehdotettu, että submaksimaalisen taloudellisuuden parantuminen johtuu taloudellisten tyypin I lihassolujen maksimivoiman kasvamisesta ja siitä johtuvasta tyypin II lihassolujen käyttöönoton viivästyemisestä. (Kyröläinen ym. 2001; Barnes ym. 2015; Rønnestad & Mujika 2014).

4.3 Voiman ja nopeuden yhteys suunnistusjuoksukykyyn

Maksimaalisen voimaharjoittelun on todettu kehittävän hermolihasjärjestelmän toimintaa, parantavan juoksun taloudellisuutta ja siten juoksusuorituskykyä (Støren ym. 2008). Lusa ja Lonka (1988) näyttivät saman jo aiemmin ja totesivat kestävyysmuuttujien pysyneen muuttumattomina. Lusa ja Lonka (1988) näyttivät hypertrofisen ja nopeusvoimaharjoittelun parantavan erityisesti suunnistussuorituksen loppuosan ja ylämäkien suorituskykyä. Samoin Paavolainen ym. (1999a) osoittivat myös räjähtävän voimaharjoittelun parantavan juoksun taloudellisuutta. Väisänen (2002) totesi hyvien suunnistusjuoksijoiden maksimi- ja nopeusvoiman heikentyvän vain vähän väsytyksen jälkeen. Tämä korostaa voimakestävyysominaisuuksien tärkeyttä suunnistusjuoksusuorituskyvyille.

Voimantuottonopeudella ja kevennyshypyn nousukorkeudella on löydetty suurin yhteys suunnistusjuoksukykyyn (Väisänen 2002). Toisaalta Ahonen (2014b) ei löytänyt yhteyttä voima- ja nopeusominaisuuksien ja suunnistusjuoksukyvyn välillä. Kuitenkin mainittujen ominaisuuksien vähäinen heikentyminen väsytyksen seurauksena korreloi vahvasti suunnistusjuoksusuorituskyvyn kanssa. Sen sijaan isometrinen maksimivoima ei näytä korreloivan lainkaan suorituskyvyn kanssa ja parhaiden maastajuoksijoiden maksimivoima saattaa olla muita alhaisempi, mutta saattaa jopa kasvaa väsytyksen jälkeen. (Väisänen 2002).

Varsinaista vertailua voima- ja nopeusominaisuuksien ja taloudellisuuden välillä on tehnyt ainoastaan Ahonen (2014b), mutta tutkimuksessa ei löydetty yhteyttä voima- ja nopeusominaisuuksien ja taloudellisuuden väliltä. Energiankulutuksen ja maksimaalisen voimantuottonopeuden väliltä sen sijaan löytyi negatiivinen yhteys, kuten kuvasta 9 nähdään. Suuri isometrinen maksimivoima ennusti suurta askelpituutta maksimaalisessa suunnistusjuoksusuorituksessa. Vastaavasti isometrinen maksimivoima oli yhteydessä myös vertikaaliseen liikkeeseen sekä maksimaaliseen törmäysvoimaan, joten hyvistä maksimivoimaominaisuuksista näyttää olevan hyötyä suuren askelpituuden ylläpitämisessä ja toisaalta maastopohjan esteiden ylittämisessä (Ahonen 2014b).



KUVA 9. Maksimaalisen voimantuottonopeuden (RFD) ja helppokulkuisen maaston energiankulutuksen välinen korrelaatio miessuunnistajilla (n=8) (Ahonen 2014b).

Voimaharjoittelun hyödyistä juoksusuorituskyvyille on ollut vahvoja todisteita jo vuosikymmeniä (Paavolainen ym 1999a). Lisäksi voimaominaisuuksilla on yhteys useisiin yleisiin vaivoihin juoksijoilla ja suunnistajilla (Fields ym. 2010, Nummela ym. 2007). Suunnistajan harjoittelua voitaisiinkin usein parantaa kehittämällä voimaharjoittelua.

Nykyinen tutkimustieto osoittaa selvästi plyometrisen ja maksimivoimaharjoittelun hyödyllisyyden kestävyysjuoksijoille. Voimaharjoittelun on havaittu parantavan juoksuaikoja eri kestävyysmatkoilla, sekä parantavan juoksun taloudellisuutta. Lisäksi paremmat voimaominaisuudet ovat yhteydessä parempaan väsymyksensietokykyyn. Voimaharjoittelumuodoista maksimivoimaharjoittelu vaikuttaisi olevan merkittävästi voimakestävyysharjoittelua tehokkaampaa juoksun taloudellisuuden ja juoksusuorituskyvyn kannalta. Ylämäen juoksusuorituskyvyn parantamiseksi saattaa jopa pienimuotoinen hypertrofinen harjoittelu alaraajoille olla tarkoituksenmukaista.

5. HARJOITTELUN OHJELMOINTI

5.1 Juniorisuunnistajan harjoittelu ja kehittymisen seuranta

Harjoittelu. Kausisuunnitelma noudattaa juniorisuunnistajilla useimmiten samaa rytmitystä kuin aikuissuunnistajilla. Keskimäärin harjoituskausi on jaettu perusharjoittelukauteen (marraskuu–helmikuu), kilpailuun valmistavaan kauteen (helmikuu–huhtikuu), kesän harjoittelukauteen (kesäkuu–elokuu), syksyn kilpailukauteen (elokuu–syyskuu) ja ylimenokauteen (lokakuu), vaihdellen hieman urheilijan pääkilpailujen mukaan.

Sveitsiläisten huippusuunnistajien harjoituspäiväkirjojen analyysissä (Roos ym. 2015) on havaittu, että 18-19 -vuotiaat suunnistajat harjoittelevat keskimäärin vähän yli seitsemän kertaa ja noin 7,5 tuntia viikossa. Keskimäärin kestävyysjuoksu- ja suunnistusharjoituksia oli viikossa kaksi, vaihtoehtoisia kestävyysharjoituksia, sekä voimaharjoituksia yksi ja HIIT-intervalliharjoituksia ja kehonhuoltoa (hieronta, sauna, fysioterapia) kerran kahdessa viikossa.

Harjoitteluajasta vajaa kaksi tuntia oli kestävyysjuoksua, suunnistusta ja vaihtoehtoista kestävyysharjoittelua noin 1,5 tuntia, voimaharjoittelua, sekä lämmittelyä ja jäähdyttelyä noin tunti, venyttelyä puoli tuntia ja lisäksi viikon harjoitteluun kuului HIIT-intervalleja reilu 10 minuuttia. Roosin ym. (2015) analyysin mukaan nuoret suunnistajat tekevät suhteellisesti liian vähän kovatehoista intervalliharjoittelua. Rata- ja maratonjuoksijoilla ja eliittisuunnistajillaharjoittelusta 80 % tapahtuu kevyellä intensiteetillä ja loput 20 % kovalla intensiteetillä. Roosin ym. (2015) tutkimuksessa nuorilla 18-19 -vuotiailla suunnistajilla vain 11 % harjoittelusta tapahtui kovalla intensiteetillä. Lisäksi harjoittelu, varsinkin miessuunnistajilla, oli liian monotonista ja siten loukkaantumisille altistavaa. Etenkin nuorilla urheilijoilla harjoittelu olisi pidettävä monipuolisena.

Testaus. Sorvisto (2013) kokosi suomalaisten suunnistuslukioiden käyttämiä fyysisiä testejä ja ehdotti, että suunnistajien voima-, nopeus- ja kestävyysominaisuuksia tulisi testata säännöllisesti. Sorviston ehdotus vuosittaisesta testauksesta on esitettyä kuvassa 10. Lukukauden aikana voidaan käyttää myös suunnistuslukioiden valintatesteissäänkin käytettävää Kasva Urheilijaksi -ominaisuustestipatteristoa (Liite 4).

Ominaisuus	TESTIT (2 krt Lukuvuodessa), 1 krt syksy ja 1 krt kevät
Voima	NV: vauhditon pituus, 5-/10-loikka KV: toistomaksimi kyykky 90 astetta (50 % oman kehon painosta lisävastuksella) KV: toistomaksimi, jalkojen nosto rekkitankoon käsiriipunnassa
Nopeus	Liikenopeus: 50 m / 200 m
Kestävyys	MK: Ratatesti 3000 m / 5000 m VK: Maastotesti 5,0 / 7,5 km n. 30 - 45 min Tasotesti: kynnyksen määrittäminen (4 - 6 * 1000 m; laktaatti, syke)

Kuva 10. Esimerkki nuoren suunnistajan vuosittaisesta testauksesta (Sorvisto 2013).

Sorvisto (2013) kokosi urheilulukioiden testaustoimintaa tutkiessaan aluevalmennusryhmien kestävyystestien tuloksia yhteen (Kuva 11). Myös Suomen Suunnistusliitto on arvioinut testitulosten viitearvoja eri ikäisille suunnistajille. Arvioita voidaan pitää viitteellisinä ohjeina, mutta laajempaa tutkimustietoa juniorisuunnistajien testituloksista ei ole saatavilla. Kuvassa 12 SSL:n ohjeelliset testitulokset eri ikäisillä suunnistajilla (SSL 2017).

		Häme	Uusima	Varsinais-Suomi
Maastotesti	Pojat 7,5 km ka.	41:37 (n = 35)	48:09 (n = 38)	43:55 (n = 33)
	paras	34:49	38:40	37:17
	Tytöt 5,0 km ka.	33:09 (n = 36)	37:44 (n = 38)	36:30 (n = 44)
	paras	29:16	32:18	30:23
Ratatesti	Pojat 5000 m ka.	18:13 (n = 56)	18:12 (n = 50)	18:44 (n = 46)
	paras	16:02	15:27	16:32
	Tytöt 3000 m ka.	12:46 (n = 62)	12:27 (n = 46)	12:51 (n = 59)
	paras	11:16	10:58	11:07

Kuva 11. Aluevalmennusryhmien maasto- ja ratatestien keskimääräiset ja ennätystulokset alueittain (Sorvisto 2013).

TAVOITE	12-vuotiaana		15-vuotiaana		18-vuotiaana		21-vuotiaana		24-vuotiaana			
Harjoitusmäärä/viikko (keskiarvo)	krt	h	krt	h	krt	h	krt	h	krt		h	
HARJOITTELU/KILPAILUT												
Verryttelyt		0,5		1		1,5		2				2
Kestävyysharjoittelu (pk-vk-mk)	1	0,5	1,5	1,5	3	3	3,5	4		4		5,5
Lihaskunto, voima, nopeus, ketteryys	1,5	1	2	1,5	2	1,5	2	2		2		1,5
Suunnistus (kestävyysharjoittelun lisäksi)	1,5	1	2	1,5	3	2,5	3,5	3		4		4
Muiden lajien harjoittelu ja kilpailut	2	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5				
FYYSIS-MOTORISTA HARJOITTELUA	6	5	7	7	9	9,5	9,5	11,5		10		13
Yleisliikunta (pihapelit, koulumatkat jne.)		14		10,5		7		5				3
LIIKUNTAA YHTEENSÄ		19		17,5		16,5		16,5				16
SUUNNISTUSTAITO	krt	h	krt	h	krt	h	krt	h		krt		h
"Kuivaharjoittelu"	1	0,5	1	0,5	2	1,5	3	2		4		3
Taidollinen painotus	hahmotuskyky - perustaidot		suunnitel- mallisuus		suunnistus- ajattelu		suoraviivaisuus - rastinotto		vauhti & virheetömyys			
Virheet/km (kauden keskiarvo)	< 1 min/km		< 40 s/km		< 20 s/km		< 15 s/km		< 10 s/km			
PSYKKISET TAIDOT	oppimis- motivaatio		keskittyminen		tavoitteen- asettelu		itsetuntemus - analysointi		kokonaistasapaino			
JUOKSUVAUHTI	tytöt	pojat	tytöt	pojat	tytöt	pojat	naiset	miehet	N/ metsä	N/ sprintti	M/ metsä	M/ sprintti
200 m	34 s	33 s	31 s	28 s	32 s	26 s	30 s	25 s	30 s	29 s	25 s	24 s
1000 m	3:50	3:40	3:35	3:10	3:25	2:50	3:10	2:40	3:05	3:00	2:40	2:35
3000 m			11:45	10:20	11:15	9:10	10:20	8:45	10:00	9:45	8:40	8:25
5000 m						16:00	18:15	15:15	17:25	16:55	15:00	14:30
Aerobinen kynnys (min/km)			5:30- 5:00	5:00- 4:30	5:00- 4:40	4:20- 4:00	4:40- 4:20	4:00- 3:40	4:15- 4:00	4:05- 3:50	3:50- 3:30	3:40- 3:20
Anaerobinen kynnys (min/km)			4:50- 4:30	4:20- 4:00	4:30- 4:10	3:50- 3:30	4:10- 3:50	3:40- 3:20	3:50- 3:40	3:40- 3:30	3:20- 3:10	3:10- 3:00
LIHASKUNTO	tytöt	pojat	tytöt	pojat	tytöt	pojat	naiset	miehet	naiset		miehet	
10-loikka (kimmoisuus) metriä			23,00	26,00	25,00	28,00	26,00	28,00	26,00		28,00	
minuutin hyppytesti (jalcojen voima) toistoa			37	40	40	45	45	48	47		50	
jalat rekkiin riipunnassa (keskivartalo) toistoa			6	12	8	18	10	20	15		25	
Lihaskuntoharjoittelun painopiste	ketteryys		kehonhallinta		nopeusvoima		kestovoima		lajinomainen voimaharjoittelu			
Kisakallion 5 km maastotesti			37:00	30:00	34:00	27:00	30:00	25:00	28:00		23:30	

Kuva 12. Eri ikäisten suunnistajien harjoittelu ja viitteelliset ominaisuudet (SSL 2017).

5.2 Voimaharjoittelun ohjelmointi

Tutkimuksissa, joissa on tutkittu voimaharjoittelun vaikutuksia juoksuosuorituskykyyn, on käytetty erilaisia voimaharjoittelun muotoja ja saatu hyviä tuloksia. Ainakin seuraavien harjoitusmuotojen yhdistelmien käytöstä juoksuosuorituskyvyn parantamiseksi on tutkimusnäyttöä:

- Sprinttijuoksu 20-100m
- Hyyt (kevennys-, pohje-, pudotus-, saks- ja aitahyyt yhdellä tai kahdella jalalla)
- Loikat (vuoroloikka tasamaalla ja ylämäkeen, iso vuorohyppely, kinkat ja tasaloikat)
- Puolikykyt, jalkaprässi, polven ojennukset ja koukistukset räjähtävästi 40% maksimipainoista tai hermostollisena maksimivoimaharjoituksena 85-95% maksimista

(Paavolainen ym. 1999a; Stören ym. 2008; Spurrs ym. 2003; Mikkola ym. 2007; Saunders ym. 2006; Millet ym. 2002; Nilsson ym. 2013b).

Suorituskyvyn kannalta tehokkainta näyttäisi olevan lisätä harjoitteluun kaksi voimaharjoitusta viikossa mielellään vähintään 12 viikon ajaksi, tosin hyötyjä on havaittu jo lyhyemmilläkin harjoitusjaksoilla (Berryman ym. 2018). Maksimivoiman osalta urheilijoille suositellaan 4-10 toistoa lähellä toistomäärän maksimia 2-3 sarjassa 2-3 minuutin palautuksella ja yhteensä n. 200 toistoa per harjoitus. Loikkaharjoituksessa toistoja pitäisi olla noin 30-200 siten, että määrät kasvavat harjoittelun myötä. Voimaharjoittelua aloitellessa olisi hyvä totutella harjoitteluun sekä lihasarkuuden ja väsymyksen että tekniikoiden opetteluun vuoksi. Voimaharjoittelu kannattaa painottaa harjoituskaudelle ja vähentää voimaharjoitusten määrää kilpailukaudella yhteen ylläpitävään harjoitukseen. (Rønnestad & Mujika 2014.)

Voimaharjoittelua suunnitellessa on otettava huomioon harjoitusten lajispesifisyys (Rønnestad & Mujika 2014). Harjoitettavien lihasten, voimantuoton suunnan ja nivelkulmien tulisi vastata lajisuoritusta. Suunnistuksen kannalta voimaharjoittelussa tulisi käyttää laajempia ja monipuolisempia liikkeitä kuin juoksijoilla. Vertailu juoksijoiden ja suunnistajien välillä voimaharjoittelun hyödyistä suorituskyvyn kannalta on vaikeaa, mutta ottaen huomioon suunnistuksen enemmän lihasaktiivisuutta vaativat maastonosat ja ylämäet, voitaneen olettaa, että suunnistaja voi hyötyä voimaharjoittelusta vielä tavallista juoksijaa enemmän. Lisäksi KIHU:n (2007) löydösten perusteella suomalaisilla huippusuunnistajilla on huomiota vaativia heikkouksia keskivartalossa. Seuraavassa luvussa käytännön harjoitusohjelma suunnistajan voimaharjoitteluun. Voimaharjoittelu kannattaa aloittaa totuttelujaksolla, jonka aikana harjoitellaan liikkeitä ja totutetaan lihakset kuormitukseen.

5.3 Voimaharjoittelu ja ravinto

Voimaharjoittelun kehittävyttä mitattaessa ravinnolla on tärkeä rooli. Lihasproteiinin purkaminen kiihtyy harjoittelun aikana ja jatkuu mikäli ravintoa ei saada. Vaikka voimaharjoittelu stimuloi uusien lihasproteiinien rakentamista, ei määrä riitä korvaamaan purettavia soluja. Varsinkin mikäli kokonaisenergiansaanti jää vajaaksi, voi voimaharjoittelu kääntyä lihasta purkavaksi kehittävän sijasta. Pelkästään harjoittelu ei siis takaa voimaharjoittelun hyötyjä. Ravintoaineiden saanti harjoittelun aikana ja sen jälkeen vähentävät lihasproteiinin purkamista ja lisäävät uusien syntymistä. (Ilander ym. 2006, 379)

Proteiinilla on itsenäinen merkitys lihaskehityksessä, sillä se toimii lihasproteiinin rakennusaineena. Hiilihydraatit toimivat lihasten polttoaineena, mahdollistavat harjoittelun ja

vähentävät lihasproteiinin hajoamista kovassa harjoittelussa, toimien siten epäsuorasti lihaskehityksen hyväksi. Rasvan rooli on toimia epäsuorasti lihaskehityksen kannalta tärkeiden hormonien pitoisuuksien säätelyssä. Myös proteiinien ja hiilihydraattien saanti vaikuttavat hormonituotantoon, joista tärkeimmät ovat kasvuhormoni, insuliini, sekä testosteroni. (Ilander ym. 2006, 380)

Energiaravintoaineiden riittävä saanti on ravitsemuksen suunnittelun tärkein lähtökohta, mutta myös lähteiden laadulla on jonkin verran merkitystä. Voimaharjoittelun kannalta laadukkaimpia proteiineja ovat eläinperäiset proteiinit, kuten kananmuna, maito ja maitoheravalmisteet. Hiilihydraattien kohdalla tärkeintä on tilanteeseen sopiva sulavuus. Ennen harjoitusta ja heti harjoituksen jälkeen hiilihydraatin tulisi sulaa helposti. Harjoituksen aikana glukoosin ja fruktoosin yhdistelmä vaikuttaisi olevan paras vaihtoehto. (Mero ym. 2016, 189).

5.4 Suunnistajan ravitsemuksellinen vuorokausi ja erikoisravinto huippu-urheilussa

Kestävyysslajit asettavat energiansaannille korkeammat vaatimukset kuin teho- tai palloilulajit. Tämän vuoksi kestävyysurheilijalla on kasvanut mahdollisuus saada ravinnosta liian vähän energiaa. Meron ym. (2007) mukaan kestävyysurheilijan päivittäinen kokonaisenergiansaanti tulisi aikuisurheilijalla olla noin 3000-6000 kcal riippuen harjoitusmäärästä. Energiansaannista noin 15-20 % tulisi muodostua proteiineista, mikä tarkoittaa 1.5-3.0 g/kg. Hiilihydraatteja tulisi olla runsaasti, eli noin 6-10 g/kg, mikä tarkoittaa 60-75 % kokonaisenergiansaannista. Korkean energiapitoisuuden omaavaa rasvaa tulisi saada ravinnosta 1.0-1.5 g/kg, mikä tarkoittaa 15-25 % päivän energiansaannista. Kuvassa 13 esimerkki huippu-urheilijan päivän ravinnosta harjoitus- ja kilpailukaudella.

Suunnistajan ravinto koostuu pääasiallisesti lautasmallin mukaisesta perusruuasta. Suuren energiantarpeen täyttämiseksi tarvitaan määrällisesti paljon ruokaa. Pohjan ruokavaliolle antavat hiilihydraattipitoiset viljatuotteet ja peruna. Kasvikset, marjat ja hedelmät ovat tärkeitä vitamiinien, kivennäisaineiden ja kuidun lähteitä. Liha, kala, kananmuna ja maitovalmisteet takaavat riittävän laadukkaiden proteiinien ja rasvojen saannin. (Ilander ym. 2006, 20-22).

Esimerkki harjoituspäivän ravinnosta (helmikuu 2007):

- 07.30 Herätys. Lasi vettä tarvittaessa.
- 07.45 Aamulenkki 45-50min.
- 08.45 Aamupala: Puuro marjoilla, appelsiinimehu 2dl, rasvaton maito 2dl, leipä (salaatti, juusto, kananmunanvalkuaisen viipaleet, kinkkusiivu), omena.
- 12.15 Ruokailu: Pinaattikeitto, rasvaton maito 2dl, mehu 2dl, runsas salaatti mahdollisesta salaattipöydästä, leipä
- 15.00 Välipala: kahvi, hedelmä ja raejuustoa
- 17.00 Päivän pääharjoitus, vauhtikestävyys:
- 18.30 Kotiin. Heti harjoituksen päätyttyä palautusjuoma (Remiksi tms., HH & proteiinit) ja nestetasapainon korjaaminen.
- 19.15 Ruokailu: Salaattia, leipää, rasvaton maito 2dl, vettä 5dl, karjalanpaisti juureksilla ja perunat. Jälkiruoaksi jäätelöä marjojen kera.
- 22.30 Nukkumaan. Tarvittaessa iltapalaa hiilihydraattipainotteisesti eli leipää, myslä yms. glykogeenivarastojen täyttämiseksi.

Esimerkki kilpailupäivän ravinnosta (SM-pitkä matka 2007):

- 08.00 Aamulenkki 20min
- 08.30 Aamupala: Puuro hillon kera, appelsiinimehu 2dl, rasvaton maito 2dl, leipä juuston kera, banaani. Pakkaa varusteet kisapaikalle valmiiksi aamupalan jälkeen.
Kisapaikalla mahdollinen juomapullo yleisörastille, teipillä geeli kiinni varalta
- 13.05 Maaliintulo. Heti palautusjuoma (Remiksi tms., HH & proteiinit) + nestetasapainon korjaaminen
- 14.00 Kevyt ruokailu: leipää, banaania, jogurtti, vettä.
- 16.30 Ruokailu huoltoasemalla. Runsas salaatti salaattipöydästä, leipää, mehua ja maitoa ja pasta-ateria.
- 20.45 Urheiluruutu. Maltillinen venyttely Urheiluruudun ajan (30min). Iltapalaksi vielä runsaasti leipää tai myslä (glykogeenivarastojen täyttäminen), mehua ja hedelmiä.
- 22.00 Ansaituille yöunille.

Kuva 13. Esimerkki maailmanmestari Pasi Ikonen harjoitus- ja kilpailupäivän ravinnosta vuodelta 2007. (mukaeltu Ikonen 2007)

Huippu-urheilijan erikoisravinto. Erikoisravinnolla tarkoitetaan elintarvikevalmisteita, joihin on tiivistetty ravintoaineita tai muita fysiologisesti vaikuttavia aineita. Tällaisia ovat mm. ravintolisät, lisäravinteet ja urheiluravinteet. Erikoisravinnolla voidaan saavuttaa hyötyjä sekä harjoittelun tehostamiseksi että suoraan kilpailusuorituskykyyn. Erikoisravinteet on luokiteltu

neliportaisella asteikolla niiden vaikutusten tieteellisten todisteiden perusteella. Urheilijoille suositellaan korkeimman, eli tason 4 ravinteita, mutta myös tason 3 ravinteilla on ”melko positiivinen” vaikutus. Erikoisravinteiden käytössä on otettava huomioon, että ravinteiden hyödyt riippuvat urheilulajista. (Mero ym. 2016, 178-180)

Huippusuunnistajan kannalta tärkeimpinä tason 4 erikoisravinteina voidaan pitää hiilihydraatteja, elektrolyytteja nesteytyksen yhteydessä, sekä kofeiinia. Hiilihydraattisilla voidaan nopeuttaa lihasglykokeenivarastojen täydentymistä harjoitusten välillä ja parantaa glykokeenivarastojen riittävyyttä pitkän suorituksen aikana. Hiilihydraattien saantia lisäämällä kovan tyhjennysharjoituksen jälkeen, noin viikkoa ennen pitkäkestoista urheilusuoritusta, voidaan lihasglykokeenitasoja nostaa suoritusta varten. Elektrolyyttien, kuten natriumin, lisääminen nesteeseen parantaa nesteen imeytymistä ja on perusteltua varsinkin pitkäkestoisen suorituksen yhteydessä ja kuumissa olosuhteissa. Kofeiinilla on useita suorituskykyä parantavia ominaisuuksia ja siitä vaikuttaisi olevan hyötyä ainakin yli viiden minuutin suorituksissa. Kofeiinin nauttiminen ennen pitkäkestoista suoritusta lisää rasva-aineenvaihduntaa, mikä säästää glykokeenivarastoja suorituksen loppuosalle ja on suunnistajan kannalta mahdollisesti tärkein kofeiinin hyöty. (Mero ym. 2016, 183-187)

5.5 Esimerkki 12 viikon voimaharjoitusohjelmasta suunnistajalle

Seuraavassa esimerkki suunnistajan voimaharjoittelun ohjelmoinnista 12 viikon ajalle. Ohjelma on suunniteltu jo jonkin verran voimaharjoittelua tehneelle suunnistajalle. Ensimmäistä kertaa voimaharjoittelua aloittavalle varsinkin loikkaharjoitukset saattavat lisätä loukkaantumisriskiä tarpeettomasti. Aloittelijalle onkin suositeltavaa aloittaa ohjelma vähennetyllä toistomäärällä ja aloittaa varsinainen ohjelma esimerkiksi kuukauden jälkeen.

Harjoitusohjelman jokaisella viikolla on kaksi harjoitusta, joista osa tehdään kuntosalilla ja osa suunniteltu tehtäväksi juoksuradalla. Jokainen harjoitus pitäisi tehdä kohtuullisen palautuneena. Merkityt palautusten mitat ovat minimejä. Palautukset eivät näissä harjoituksissa voi olla liian pitkiä, mutta liian lyhyellä palautuksella voi pilata loikkatreenin. Jokaisen harjoituksen alkuun kannattaa harjoituksen lisäksi tehdä hyvät lämmittelyt sisältäen hölkän jälkeen lyhyen liikkuvuusosion, sekä erilliset lämmittelyt harjoitettaville lihaksille. Nopeusvoimaharjoitteiden jälkeen ei kannata tehdä matalatehoista kestävyysharjoitusta.

Kuntosaliliikkeiden nimet on otettu Lihaskuntoharjoittelun perusteet -kirjasta (Delavier 2006). Loikkien toteutus löytyy liikkeen nimellä internetistä.

Ohjelmassa vahvistetaan alaraajojen lisäksi yleisiä lantion alueen heikkouksia, jotka aiheuttavat juoksijoille vammoja. Ohjelmassa on hyvin yksinkertaiset liikkeet keskimmäisen pakaralihaksen (m. gluteus medius), nelipäisen reisilihaksen sisäosan ja (m. vastus medialis), poikittaisten vatsalihasten (m. obliquus abdominis) vahvistamiseksi. Jos liikkeet alkavat kyllästyttää, niitä löytyy lisää kirjallisuudesta ja internetistä (Delavier 2006). Oheisen ohjelman lisäksi kannattaa harjoitteluun sisällyttää syviä keskivartalon lihaksia vahvistavia harjoitteita. Mikäli liikkeiden suoritustekniikat eivät ole tuttuja, kannattaa harjoittelua aloitellessa konsultoida harjoitteet tuntevaa.

Viikot 1-2: Totuttelu

Tee harjoitukset 1-2 ensimmäisellä harjoitusviikolla ja harjoitukset 3-4 toisella.

Voimaharjoitus 1 radalla

Liike	Toistot	Kuorma	Palautus	Ohjeet
1 Aitahyppy tasajalkaa	4x5		1min	
2 Vuoroloikat	4x10		1min	
3 Isot vuorohyppy	4x10		1min	
4 Spurtit	5x100m		2min	Kovaa, mutta rennosti
5 Askelkyykyt	2x12		1min	
6 reiden loitonnuksen kylkiasennossa	3x15		1min	Molemmat puolet. Myös vastuskuminauha
7 Vatsarutistus suoraan ja kiertäen	3x20		1min	

Voimaharjoitus 2 kuntosalilla

Liike	Toistot	Kuorma	Palautus	Ohjeet
1 Saksihyppy	2x20		2min	
2 Pohjehyppy	2x10		2min	
3 Kyykkyhyppy	2x10		2min	
4 Jalan koukistus laitteessa	3x10		2min	
5 Pohjeprssi	3x10	tanko tai käsipainot	2min	kahdella jalalla
6 jalkaprssi	3x8	pitää tuntua	2min	
7 Sivutaivutus penkillä tai käsipainoilla	3x15	tuntemuksen mukaan	1min	

Voimaharjoitus 3 radalla

Liike	Toistot	Kuorma	Palautus	Ohjeet
1 Aitahyppy	4x5		1min	
2 Yhden jalan hyppy	2x10		1min	2x10 molemmilla jaloilla
3 Spurtit	5x50m		2min	Kovaa, mutta rennosti
4 Tasaloikat	4x5		1min	
5 Borsov -loikat	2x10		1min	
6 reiden loitonnuksen kylkiasennossa	3x15		1 min	Molemmat puolet. Myös vastuskuminauha
7 Vatsarutistus suoraan ja kiertäen	3x20		1 min	

Voimaharjoitus 4 kuntosalilla

Liike	Toistot	Kuorma	Palautus	Ohjeet
1 Saksihyppy	2x20		2min	
2 Pohjehyppy	4x10		2min	
3 Pudotushyppy	2x10		2min	pudotus matalalta esim. 20cm
4 Takakyyky räjähtävästi	3x6	pelkkä tanko	2min	polvikulma ala-asennossa 90°
5 jalkaprssi	3x6	lähes maksimi	2min	
6 Jalan ojennus laitteessa	3x6	lähes maksimi	2min	
7 Sivutaivutus penkillä tai käsipainoilla	3x15	tuntemuksen mukaan	1min	

Viikot 3-7: Maksimivoiman kehittäminen ja loikkiin totuttautuminen

Tee harjoitukset 5-6 viikoilla 3, 5 ja 7. Harjoitukset 7-8 viikoilla 4 ja 6.

Voimaharjoitus 5 kuntosalilla

Liike	Toistot	Kuorma	Palautus	Ohjeet
1 Saksihyppy	4x10		2min	
2 Pohjehyppy	4x10		2min	
3 Kyykkyhyppy kädet lantiolla	6x5		2min	
4 Takakyykky räjähtävästi	3x6	alle 40%/max	2min	Polvikulma ala-asennossa 90°
5 Pohjeprässi	3x10	pitää tuntua	2min	Kahdella jalalla
6 Jalkaprässi	3x6	lähes maksimi	2min	
7 Reiden loitonnuksen kylkiasennossa	3x15		1 min	Molemmat puolet. Myös vastuskuminauha

Voimaharjoitus 6 kuntosalilla

Liike	Toistot	Kuorma	Palautus	Ohjeet
1 Boksihyppy	4x10		2min	
2 Pudotushyppy	2x10		2min	Pudotusta voi korottaa vähitellen
3 Jalan koukistus laitteessa	3x10	pitää tuntua	2min	
4 Pohjeprässi	3x10	pitää tuntua	2min	Kahdella jalalla
5 Jalkaprässi	3x6	lähes maksimi	2min	
6 Jalan ojennus laitteessa	3x6	lähes maksimi	2min	
7 Selän ojennus laitteessa	3x15	tuntemuksen mukaan	1min	

Voimaharjoitus 7 Radalla

Liike	Toistot	Kuorma	Palautus	Ohjeet
1 Aitahyppy	4x5		1min	
2 Yhden jalan hyppy	3x10		1min	Molemmilla jaloilla 3x10
3 Spurtit	7x50m		2min	Kovaa, mutta rennosti
4 Vuoroloikat	4x10		1min	
5 Borsov -loikat	3x10		1min	
6 Reiden loitonnuksen kylkiasennossa	3x15		1 min	Molemmat puolet. Myös vastuskuminauha
7 Vatsarutistus suoraan ja kiertäen	3x20		1 min	

Voimaharjoitus 8 kuntosalilla

Liike	Toistot	Kuorma	Palautus	Ohjeet
1 Pohjehyppy	5x10		2min	
2 Pudotushyppy	3x10		2min	
3 Kyykkyhyppy kädet lantiolla	4x5		2min	
4 Takakyykky räjähtävästi	3x6	alle 40%/max	2min	Polvikulma ala-asennossa 90°
5 Jalkaprässi räjähtävästi	3x6	alle 40%/max	2min	
6 Jalan ojennus laitteessa	3x6	lähes maksimi	2min	
7 Sivutaivutus penkillä tai käsipainoilla	3x15	tuntemuksen mukaan	1min	

Viikot 8-12: Loikat pääosassa, lisäksi maksimivoimaa

Tee harjoitukset 9 ja 10 viikoilla 9 ja 11. Harjoitukset 11-12 viikoilla 8, 10 ja 12.

Voimaharjoitus 9 radalla

Liike	Toistot	Kuorma	Palautus	Ohjeet
1 Aitahyppy tasajalkaa	4x5		1min	
2 Isot vuorohyppy	3x10		1min	
3 Vuoroloikat	5x10		1min	
4 Spurtit	5x50m		2min	Kovaa, mutta rennosti
5 Borsov loikat	2x10		1min	
6 Reiden loitonnuksen kylkiasennossa	3x15		1min	Molemmat puolet. Myös vastuskuminauha
7 Kylkilankku	2x45s		1min	Molemmat puolet 2x45s

Voimaharjoitus 10 kuntosalilla

Liike	Toistot	Kuorma	Palautus	Ohjeet
1 Pudotushyppy	3x10		2min	
2 Kyykkyhyppy kädet lantiolla	6x5		2min	
3 Takakyykky räjähtävästi	3x6	alle 40%/max	2min	Polvikulma ala-asennossa 90°
4 Jalkaprässi räjähtävästi	3x6	alle 40%/max	2min	Alusta saa irrota jaloista
5 Jalan koukistus laitteessa	3x10	pitää tuntua	2min	
6 Jalan ojennus laitteessa	3x6	lähes maksimi	2min	
7 Selän ojennus laitteessa	3x15	tuntemuksen mukaan	1min	

Voimaharjoitus 11 radalla

Liike	Toistot	Kuorma	Palautus	Ohjeet
1 Aitahyppy tasajalkaa	6x5		1min	
2 Kinkkaloikat	4x10		1min	
3 Vuoroloikat	5x10		1min	
4 Spurtit	5x50m		2min	Kovaa, mutta rennosti
5 Borsov -loikat	2x10		1min	
6 Kylkilankku	3x45s		1 min	Molemmat puolet
7 Lankku	3x1min		1 min	

Voimaharjoitus 12 radalla

Liike	Toistot	Kuorma	Palautus	Ohjeet
1 Isot vuorohyppy	3x10		1min	
2 Aitahyppy tasajalkaa	6x5		1min	
3 Kinkkaloikat	4x10		1min	
4 Vuoroloikat	5x10		1min	
5 Spurtit	10x20m		1min	Kovaa!
6 Reiden loitonnuksen kylkiasennossa	3x20		1min	
7 Vatsarutistus suoraan ja kiertäen	3x20		1min	

6. URHEILJAESITTELY

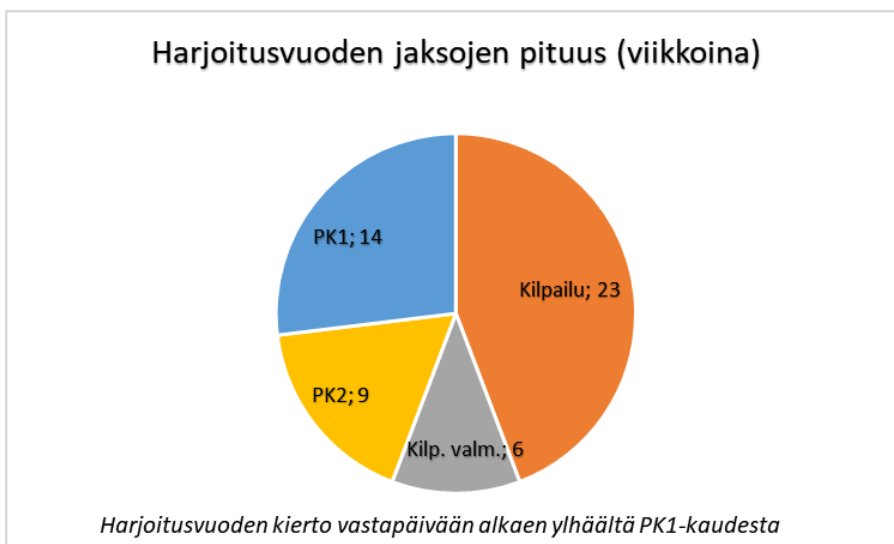
Esimerkki junioriurheilijan harjoittelusta. Esimerkkiurheilija on vuonna 2018 D20 sarjassa juokssut Sara Niva, joka saavutti vuonna 2018 SM-kilpailuista useita plakettsijoja (Keskimatka 9., Pitkä 4., Sprintti 5., Erikoispitkä 4.) ja juoksi menestyksekkäästi SK Pohjantähden joukkueessa Tiomilassa palkintosijoille. Kauden 2018 rankilla Sara sijoittui yhdeksänneksi omassa ikäluokassaan.

Harjoitushistoria. Sara on aloittanut harjoittelunsa yleisurheilusta, mutta yläasteen aloitukseen mennessä päälajiksi oli valikoitunut hiihto, suunnistuksen toimiessa kesälajina. Tässä vaiheessa Sara aloitti ensi kertaa harjoittelun valmentajan ohjeilla. Lukioaikana hiihto sai väistyä päälajina suunnistuksen tieltä, harjoitusmääriä kasvatettiin ja kahden harjoituksen päivät ilmestyivät harjoitusohjelmaan. Harjoitusmäärät kasvoivat vuoden 2016 460 tunnista seuraavaksi vuodeksi noin 500 tuntiin, mikä täyttyi myös kaudella 2018. Päälajin vaihdon yhteydessä valmentajaksi alkoi oma äiti, Anu, joka toimii valmentajana myös nykyisin. Vanhempivalmennuksen Sara ja Anu kokevat hyväksi harjoittelun suunnittelun ja urheilijan seurannan, sekä keskusteluyhteyden kannalta. Toisaalta ihmissuhde saattaa välillä joutua koetukselle ja suullisesti sovitut muutokset suunnitelmaan saattavat jäädä kirjaamatta harjoituspäiväkirjaan.

Säärten vammat ovat vaikuttaneet Saran harjoitteluun jo viimeiset kolme vuotta ja harjoittelua onkin jatkuvasti täytynyt muokata jalkojen kipeyden mukaan. Vammat ovat rajoittaneet juoksuharjoittelun määrää myös esimerkkikauden 2018 aikana.

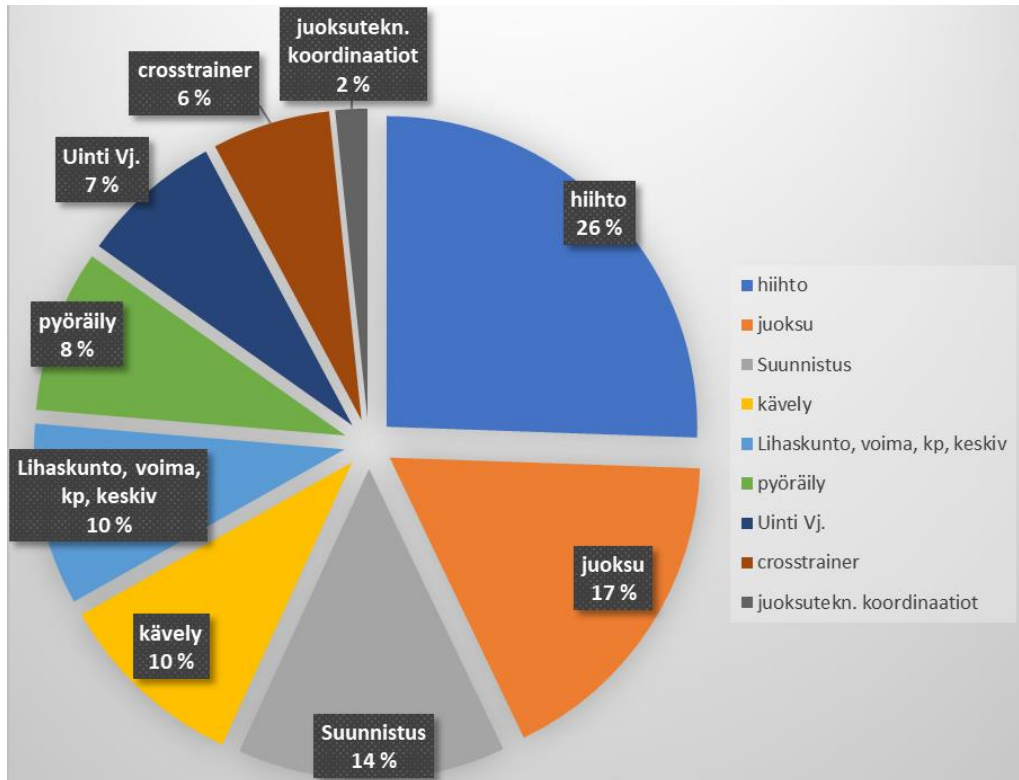
Harjoitusvuoden jaksotus ja tavoitteet. Saran kauden 2018 päätavoitteina olivat eri matkojen suomenmestaruuskilpailut, joista tärkeimpinä sprintti ja pitkä matka. Harjoitusvuoden 2018 jaksotus koostui neljästä kaudesta: PK1, PK2, kilpailuihin valmistava, sekä kilpailukausi (kuva 14). PK1-kauden (14 viikkoa, 7.10.-7.1.) tavoitteena oli harjoitusrytmiin pääseminen edellisen kauden vammojen jälkeen. PK1-kauden harjoittelu keskittyi peruskuntoharjoitteluun, sekä kuntouttavaan perusvoimaharjoitteluun. PK2-kausi (9 viikkoa, 8.1.-11.3.) oli harjoitusmäärissä vuoden kovin jakso. PK2-kaudella peruskestävyysharjoitteluun sisältyi paljon hiihtoa ja lisäksi vauhtikestävyys painottui harjoittelussa edellistä jaksoa vahvemmin (2-3 kertaa viikossa). Suunnitelman mukaan kilpailuihin valmistava kausi olisi kestänyt kuusi viikkoa (12.3.-22.4.) ja verrattuna

edellisiin jaksoihin se olisi keskittynyt harjoitus määrän vähentämiseen, lajivoimaan, mäkipetoihin ja lajiharjoitteluun. PK2-kauden jälkeistä kilpailuihin valmistavaa kautta ei kuitenkaan saatu toteutettua suunnitellusti säärivemmän vuoksi. Toteutunut kausi sisälsi suunniteltua enemmän voimaharjoittelua ja todellinen valmius kilpailuihin saavutettiin lopulta toukokuun lopulla. Saran suunnitelman mukainen kilpailukausi alkoi 23.4 ja jatkui aina pitkälle syyskuuhun ja viimeisiin SM-kilpailuihin.



Kuva 14. Esimerkkiurheilijan harjoitusvuoden jaksotus sekä jaksot ja jaksot pituus viikkoina.

Harjoitusmäärät. Sara harjoitteli yhteensä kauden (lokakuu 2017 - lokakuu 2018) aikana 504 tuntia, josta saadaan n. 9,5h viikossa. Lajeittain harjoittelu koostui 57% hiihdosta, juoksusta ja suunnistuksesta (kuva 15). Kun kestävyysliikunnaksi laskettavat uinti/vesijuoksu, kävely, pyöräily, sekä crosstrainer-harjoittelu lasketaan mukaan, on harjoittelusta 88% kestävyysharjoittelua. Sara on kärsinyt jalkavammasta, mikä voidaan havaita juoksun pienestä määrästä, sekä vesijuoksun ja crosstrainer-harjoittelun suuresta määrästä. Suomen pitkä talvi ja urheilijan lajitausta vaikuttavat siihen, että hiihtoa esiintyy tunneissa mitattuna eniten urheilijan harjoittelussa. Nopeusharjoittelu puuttuu harjoituspäiväkirjasta, sillä sitä ei ole kirjattu erikseen, mutta nopeusharjoittelua on tehty erityisesti vesijuoksun yhteydessä. Kestävyysharjoittelusta yhteensä 85 % tapahtui peruskestävyysalueella. Loput 15 % kestävyysharjoittelusta tapahtui tätä kovemalla intensiteetillä.



Kuva 15. Eri lajien suhteellinen osuus esimerkkiurheilijan kauden harjoittelusta.

Saran harjoitusviikko koostuu harjoituskaudella tavallisesti siten, että kovat harjoitukset sijoittuvat tiistaille ja lauantaille, voimaharjoitukset maanantaille ja perjantaille, sekä nopeusharjoitus torstaille (kuva 16). Peruskestävyysharjoituksia viikossa on usein kuusi, joista kaksi pidempää sijoittuvat keskiviikolle ja sunnuntaille. Lyhyemmät PK-harjoitukset sijoittuvat viikon ohjelmasta riippuen vapaammin eri päiville. Rytmitys toimii harjoittelun suunnittelun pohjana ja todellisuudessa toteutunut harjoitusviikko näyttää harvoin juuri esimerkin kaltaiselta.

Tavallisen harjoituskauden viikon rytmitys

Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
Voima	Kova	Pitkä PK	Nopeus	Voima	kova	Pitkä PK

Liksi viikkoon kuuluu n. 4 lyhyempää PK-harjoitusta

Kuva 16. Tavallisen harjoituskauden viikon rytmitys.

Peruskuntokausi. Taulukossa 5 kuvattuna Saran melko tyypillinen harjoitusviikko peruskuntokaudella. Viikolla kertyi harjoitustunteja yhteensä n. 11, hiihtokilometrejä 50 ja juoksukilometrejä 19. Harjoitusviikolla on selvästi nähtävissä korvaavan harjoittelun määrä. Esimerkkiviikon kestävyysharjoittelusta lähes 30 % oli korvaavaa harjoittelua, kun korvaavaksi harjoitteluksi lasketaan uinti, vesijuoksu ja crosstrainerharjoittelu. Harjoittelusta 9,5 tuntia (87 %) oli kestävyysharjoittelua ja esimerkiksi voimaharjoituksia viikolle mahtui kaksi.

Taulukko 5. Esimerkki peruskuntokauden harjoitusviikon sisällöstä.

Viikko 3 (15.-21.1.2018)			Aika (min)
Maanantai	AP	PK1 Uinti 15min + Vesijuoksu 45min	60
	IP		
Tiistai	AP	PK1 Crosstrainer kartta kädessä	50
	IP	Voimaharjoitus (Rinnalleveto, Jalat, selkä, kyljet + alkuverkka pyörällä 15min)	60
Keskiviikko	AP		
	IP	Juoksu PK1-2	30
Torstai	AP		
	IP	Hiihto perinteinen PK 85min + Hiihtovedot 10min VK1	95
Perjantai	AP	Vesijuoksu (sisältäen spurtteja)	45
	IP	Juoksu PK1 35min + juoksutekniikkakoordinaatiot 20min	55
Lauantai	AP	Juoksu VK2 vedot 6x1000m (alkuverkka pyörällä 25min)	70
	IP	Hiihto PK1 perinteinen 55min ja kuntopiiri 25min	70
Sunnuntai	AP	Hiihto perinteinen PK1	120
	IP		
			YHT. 10 h 55 min

Kilpailukausi. Saran pitkä kilpailukausi jatkui huhtikuusta lokakuulle. Kilpailuja kertyi näiden 23 viikon aikana yhteensä vajaa 30. Kilpailukaudella esimerkkiviikko (taulukko 6) sisälsi edelleen paljon korvaavaa harjoittelua (n. 40 %). Harjoitusaikaa kertyi 8h 20min ja harjoituskilometrejä juosten 13,5 ja suunnistaen 23,5. Verrattuna peruskuntokauden viikkoon, huomionarvoista on vähentynyt harjoittelun kokonaismäärä, lisääntynyt harjoitusteho ja kestävyysharjoittelun osuus kokonaismäärästä (lähes 100 %).

Taulukko 6. Esimerkki kilpailukauden harjoitusviikosta.

Viikko 34 (20.-26.8.2018)			Aika (min)
Maanantai	AP		
	IP	Vesijuoksu (nopeusvedot)	60
Tiistai	AP	Suunnistusvedot VK (alkuverkka juosten 25min + suunnistus 50min)	75
	IP	Rullahiihto vapaa 50min PK + keskivartalojumppa (vatsat ja selät)	60
Keskiviikko	AP	Pyöräily PK	75
	IP		
Torstai	AP	Juoksu	25
	IP		
Perjantai	AP	Lepo, matkustus	
	IP		
Luantai	AP	SM-pitkä karsinta (Kisa 60min + verkat 30min)	90
	IP		
Sunnuntai	AP	SM-pitkä (Kisa 70 min + verkat 45min)	115
	IP		
			YHT. 8 h 20 min

Kilpailuun valmistautuminen ja kilpailupäivä. Saran kilpailua edeltävä viikko on tavallisesti harjoittelun osalta kevennetty ja sisältää kovan valmistavan harjoituksen 3-4 päivää ennen pääkilpailua. Sara on todennut, ettei lepopäivä ennen kilpailua sovi valmistautumiseen, vaan kilpailua edeltävänä päivänä ohjelmassa on kevyt harjoitus.

Saran kilpailupäivän valmistautumiseen kuuluu aamupalaksi puuroa useimmiten noin kolme tuntia ennen starttia. Kilpailupaikalla Sara tekee pitkän alkuverryttelyn, johon kuuluu fyysisen valmistautumisen lisäksi psyykkistä valmistautumista. Verryttelyrutiineihin kuuluu kilpailunaikaisen ajatustyön, sekä mahdollisten häiriötilanteiden läpikäyminen.

Kilpailun jälkeen Sara syö yleensä pienen välipalan ennen loppuverryttelyä ja pyrkii syömään myös ruuan pian kilpailun jälkeen. Kilpailun jälkeiseen toimintaan vaikuttaa mahdollinen matkustaminen. Pitkä kotimatka voi tarkoittaa nopeaa lähtöä kilpailupaikalta, jolloin ruokailu vaatii sopivaa paikkaa matkan varrella.

Voimaharjoitukset. Voimaharjoittelua Saran harjoittelusta oli vuonna 2018 noin 10%, mikä tarkoitti keskimäärin 1-2 harjoitusta viikossa. Osa voimaharjoituksista oli lyhyitä

keskivartaloon keskittyviä ja osa pidempiä kuntosaliharjoituksia. Käytännössä loka-maaliskuussa voimaharjoituksia oli 2krt viikossa ja tämän jälkeen 0-1. Voimaharjoituksissa oli selkeästi erilaisia teemoja, mutta voimaharjoittelua ei oltu rytmitetty erityisesti harjoituskausien välillä. Taulukossa 7 esitettyä esimerkki Saran maksimivoima- ja nopeusvoimaharjoituksista. Lisäksi voimaharjoittelu sisälsi lantion ja pienten tukilihasten harjoituksia. Pääpaino voimaharjoituksissa oli jalkojen ja keskivartalon voimassa ja esimerkissään esiintyviä ylävartalon voimaliikkeitä ei tehty aivan jokaisella harjoituskerralla.

Lajiharjoittelu. Suunnistusharjoituksia Saralle kertyi harjoitusvuodenaikana yhteensä n. 90, tarkoittaen hieman vajaata kahta harjoitusta viikossa. Suunnistuskilpailuja oli 31. Tunteina laskettuna suunnistusta kertyi 70 tuntia. Lajinomaisten harjoitusten lisäämiseksi Sara teki talven aikana 14 karttatarjoitusta, useimmiten crosstrainerissä. Karttatarjoitukset olivat esimerkiksi reitinvalintojen suunnittelua tulevan kesän Jukolakartalle tehdyllä radalla. Käytännössä suunnistusharjoitukset painottuivat vahvasti kesäkuukausille, johtuen osittain vammoista. Kauden alusta maaliskuun loppuun harjoituspäiväkirjaan kertyi kuusi merkintää suunnistuksesta, näistäkin kolme oli hiihtäen. Se huomioon ottaen loppuina harjoituskuukausina Sara on suunnistanut paljon (~3krt/vk).

Kehittymisen seuranta/Testit. Saran kehittymisen seurannassa käytettiin tasotestejä, jotka suoritettiin harjoituskauden alussa ja toisen peruskuntokauden loppupuolella maaliskuun puolivälissä. Lisäksi kehittymistä oli suunniteltu seurattavaksi 3000 metrin testijuoksuilla radalla, mutta testit jäivät suorittamatta juoksuharjoittelua rajoittaneiden vammojen vuoksi.

Taulukko 7. Kaksi esimerkkiä Saran voimaharjoituksista. Ensimmäinen harjoitus on maksimivoimapainotteinen ja jälkimmäinen keskittyy nopeusvoimaan.

LIIKE	SARJAT / TOISTOT	HUOM.
a) Rinnalle veto + ylöstyöntö	3 x 10	kevyellä, nousevalla vastuksella
b) Etukyykky	3 x 10	
c) Maastaveto	3 x 6-8	
d) Penkkipunnerrus	3 x 10 + 10	SUPERSARJA
e) Pohkeet seisten	3x15 (jalkaterät suorassa) 1-2 x 10+10(jalkaterät ulos + sisään)	jalkaterät ulospäin ja sisäänpäin -> muista kiertää lonkasta asti!
LIIKE	SARJAT / TOISTOT	HUOM.
a) Penkille nousu + polviveto, tanko harteilla + burbee	2 x 20 + 3	sykkeen nostoa ja valmistelua seuraaviin liikkeisiin
b) Boxi-hyppy	3-5 x 5	Terävästi, joka toisto yhtä ylös ja hyvä.
c) Pohjehyppely, tanko harteilla + "pikajuoksu" käsillä KP	3 x 10 + 20	Terävä, nopeampoinen hyppelysarja päkiöillä + pikajuoksuliike käsipainot kädessä
d) Polviveto, smith-laite	3 x 5-8	Nopea, hallittu, terävä veto
e) Askelkyykky-hyppy / nopeat vuorohyppelyt step-laudalle	3 x 8-10	Kaikissa liikkeissä sarjapalautus pitkä n. 3-4min

7. POHDINTA

Tässä lajiansalyysissä suunnistusta käsiteltiin enimmäkseen biomekaanisesta näkökulmasta, mitä ei ole aiemmin tässä mittakaavassa tehty. Myöskään harjoittelun ohjelmointia ei ole pohdittu voimaharjoittelun näkökulmasta, vaikka voimaharjoittelun hyödyistä juoksusuorituskyvyille on ollut vahvoja todisteita jo vuosikymmeniä (Paavolainen ym 1999a). Toisaalta voimaominaisuuksilla on yhteys useisiin yleisiin tukielimistön vaivoihin juoksijoilla ja suunnistajilla (Fields ym. 2010, Nummela ym. 2007).

Biomekaanisesta näkökulmasta suunnistus on uniikki laji, jossa juokseminen tapahtuu alati muuttuvassa ympäristössä ja alustalla. Yhteydet tasamaalla tapahtuvaan juoksemiseen ovat ilmeiset helppokulkuisessa maastossa ja tiellä, mutta suunnistusjuoksussa askelmuuttajat vaihtelevat juoksua huomattavasti enemmän. Tämä on luonnollista juoksun tapahtuessa tasaisen alustan lisäksi mm. märällä suolla, ylämäessä tai korkeassa varvikossa. Maastossa juostessaan suunnistaja pyrkii säilyttämään saman juoksuasennon säätämällä lihasjousen jäykkyyttä, sekä askelpituutta ja -tiheyttä. Haastavissa maastonosissa suuresta askelpituudesta vaikuttaisi olevan hyötyä taloudellisuuden kannalta. Tutkimukset eivät anna suorita vastauksia suunnistusjuoksun kehittämiseksi biomekaanisesta näkökulmasta, mutta edullisinta vaikuttaisi olevan yksinkertaisesti juokseminen erilaisissa maastoissa ja erilaisilla nopeuksilla.

E erityisesti haastavat maastonosat ja ylämäet asettavat vaatimuksia myös lihaksille. Lisääntynyt lihasaktiivisuus raskaassa maastossa verrattuna tiejuoksuun kertoo suuremmista vaatimuksista voimaominaisuuksille. Lisäksi suunnistuksen erikoistapaus – sprinttisuunnistus – asettaa todennäköisesti hieman erilaisia vaatimuksia esimerkiksi voimaominaisuuksille. Sprinttisuunnistus vastaa alustaltaan ratajuoksua metsäsuunnistusta enemmän, mutta sisältää kovan alustan lisäksi suunnanmuutoksia, portaita ja muita kaupunkiympäristön esteitä. Suunnanmuutokset ja erilaisten kohteiden yli hyppiminen vaativat hyviä nopeusvoimaominaisuuksia ja adaptoitumista kohtaamaan odottamattomia esteitä ja ylittämään ne nopeasti, mutta kuitenkin turvallisesti.

Suunnistajan yleisiä vammoja ovat nilkan nyrjähdykset sekä erilaiset rasitusvammat. Voima- ja koordinaatioharjoittelulla voitaisiin todennäköisesti ehkäistä osa suunnistuksen ja sen harjoittelun aiheuttamista vammoista. Lihasheikkoudet lantiossa ja keskivartalossa, sekä kehon tasapainon ja koordinaation puutteet lisäävät riskiä yleisille juoksijoiden ja

suunnistajien vammoille. Voimaharjoittelusta vaikuttaisi olevan suuresti hyötyä suunnistajille useasta eri näkökulmasta.

Edellä mainitut asiat huomioon ottaen, suunnistajan biomekaniikkaa ja voimaharjoittelua voidaan pohtia suunnistajan polun näkökulmasta. Metsään ja maastossa kulkemiseen olisi hyvä opetella jo lapsena, jolloin metsäjuoksun kannalta tärkeät ominaisuudet, kuten asentoaisti, sekä taloudellinen ja turvallinen metsässä liikkuminen kehittyvät kuin itsestään. Monipuolinen liikunta kehittää motorisia perustaitoja ja luo pohjan myöhemmille liikuntataidoille ja urheilijaksi kasvamiselle. Leikin varjolla jo lapsille voidaan opettaa voimaharjoittelun tekniikoita.

Nuoruvaiheessa olisi tärkeää säilyttää liikunnan määrä ja monipuolisuus. Liikunnasta vuosi vuodelta suurempi osa tulisi olla tavoitteellista harjoittelua, mutta omaehtoista liikuntaa ei tule unohtaa. Urheilun näkökulmasta suunnistukseen erikoistumisella, toisin sanoen lajinvalinnalla ei ole kiire ja sen voi tehdä vielä lukioiässä. Suunnistajat ovat yleensä parhaimmillaan 23-35 -vuotiaina, mikä osaltaan tukee myöhäistä erikoistumista. Runsas metsäjuoksu on silti syytä säilyttää, jotta taloudellinen metsäjuoksu tekniikka pääsee kehittymään. Voimaharjoittelu voidaan aloittaa jo varhain nuoruvaiheessa tekniikoiden ja perusteiden opettelulla, jolloin tehokas ja lajinomainen voimaharjoittelu voidaan aloittaa jo ennen aikuisikää.

Hyvin harjoitelleella nuorella aikuisurheilijalla on takanaan useita harjoitusvuosia, jotka mahdollistavat fyysisten ominaisuuksien kehittymisen potentiaaliinsa. Kestävyysjuoksusuorituskyky kehittyy vielä useita vuosia oikealla harjoittelulla. Aikuisiällä suunnistaja voi keskittyä kehittämään pienempiä yksityiskohtia, kuten heikkouksia erilaisten maastotyyppien suorituskyvyssä tai voimaominaisuuksissa esimerkiksi ylämäkijuoksussa. Urheilijan on myös mahdollista keskittyä kehittämään vahvuuksiaan ja erikoistua esimerkiksi vauhdikkaaseen sprinttisuunnistukseen. Aikuisiällä avainasia onkin harjoittelun yksilöllisyys, jolla suunnistaja saavuttaa fyysiset ominaisuudet, joilla on mahdollista menestyä kilpasuunnistuksessa.

8. LÄHDELUETTELO

- Hynynen, E., Vesterinen, V., Rusko, H., & Nummela, A. (2010). Effects of moderate and heavy endurance exercise on nocturnal HRV. *International journal of sports medicine*, 31(06), 428-432.
- Ahonen, J. 2014a. Maaston ja juoksunopeuden vaikutukset askelmuuttujiin suunnistusjuoksusuorituksessa. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Kandidaatin tutkielma.
- Ahonen, J. 2014b. Juoksun taloudellisuuden, voima- ja nopeusominaisuuksien sekä askelmuuttujien yhteydet suunnistusjuoksukykyyn. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Pro Gradu -tutkielma.
- Altman, A., Davis, I. 2012. Barefoot running: biomechanics and implications for running injuries. *Current sports medicine reports*, 11(5), 244-250.
- Arellano, C., Kram, R. 2011a. The energetic cost of maintaining lateral balance during human running. *Journal of Applied Physiology*, 112(3), 427-434.
- Arellano, C., Kram, R. 2011b. The effects of step width and arm swing on energetic cost and lateral balance during running. *Journal of biomechanics*, 44(7), 1291-1295.
- Balsalobre-Fernández, C., Santos-Concejero, J., Grivas, G. 2016. Effects of strength training on running economy in highly trained runners: a systematic review with meta-analysis of controlled trials. *Journal of strength and conditioning research*, 30(8), 2361-2368.
- Barnes, K., Kilding, A. 2015. Strategies to improve running economy. *Sports Medicine*, 45(1), 37-56.
- Beattie, K., Kenny, I., Lyons, M., Carson, B. 2014. The effect of strength training on performance in endurance athletes. *Sports Medicine*, 44(6), 845-865.
- Blickhan, R., Ernst, M., Koch, M., Müller, R. 2013. Coping with disturbances. *Human movement science*, 32(5), 971-983.

- Creagh, U., Reilly, T. 1997. Physiological and biomechanical aspects of orienteering. *Sports Medicine*, 24(6), 409-418.
- Creagh, U., Reilly, T., Lees, A. 1998. Kinematics of running on/off-road terrain. *Ergonomics*, 41(7), 1029-1033.
- Creagh, U., Reilly, T., Lees, A. 1998. Kinematics of running on/off-road terrain. *Ergonomics*, 41(7), 1029-1033.
- Dallam, G., Wilber, R., Jadelis, K., Fletcher, G., Romanov, N. 2005. Effect of a global alteration of running technique on kinematics and economy. *Journal of sports sciences*, 23(7), 757-764.
- Delavier, F. 2006. *Lihaskuntoharjoittelun perusteet*. VK-Kustannus. Lahti.
- De Ruiter, C., Verdijk, P., Werker, W., Zuidema, M., de Haan, A. 2014. Stride frequency in relation to oxygen consumption in experienced and novice runners. *European journal of sport science*, 14(3), 251-258.
- Doherty, C., Delahunt, E., Caulfield, B., Hertel, J., Ryan, J., Bleakley, C. 2014. The incidence and prevalence of ankle sprain injury: a systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. *Sports medicine*, 44(1), 123-140.
- Ernst, M., Götze, M., Müller, R., Blickhan, R. 2014. Vertical adaptation of the center of mass in human running on uneven ground. *Human movement science*, 38, 293-304.
- Ferris, D., Louie, M., Farley, C. 1998. Running in the real world: adjusting leg stiffness for different surfaces. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 265(1400), 989-994.
- Ferris, D., Liang, K., Farley, C. 1999. Runners adjust leg stiffness for their first step on a new running surface. *Journal of biomechanics*, 32(8), 787-794.
- Fields, K., Sykes, J., Walker, K., Jackson, J. 2010. Prevention of running injuries. *Current sports medicine reports*, 9(3), 176-182.

- Fong, D., Hong, Y., Chan, L., Yung, P., & Chan, K. 2007. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports medicine*, 37(1), 73-94.
- Forsman H., Lampinen K. 2008. Laatu käytännön valmennukseen. VK-Kustannus.
- Flöjt, A. 2007. Nuoren suunnistajan lihastasapainokartoitus. Opinnäytetyö. Fysioterapian koulutusohjelma. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu.
- Fyfe, J., Bishop, D., Stepto, N. 2014. Interference between concurrent resistance and endurance exercise: molecular bases and the role of individual training variables. *Sports medicine*, 44(6), 743-762.
- Gaudino, P., Gaudino, C., Alberti, G., Minetti, A. 2013. Biomechanics and predicted energetics of sprinting on sand: hints for soccer training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(3), 271-275.
- Gates, D., Wilken, J., Scott, S., Sinitski, E., Dingwell, J. 2012. Kinematic strategies for walking across a destabilizing rock surface. *Gait & posture*, 35(1), 36-42.
- Hébert-Losier, K., Mourot, L. & Holmberg, H. C. 2014. Elite and Amateur Orienteers' Running Biomechanics on Three Surfaces at Three Speeds. *Medicine and science in sports and exercise. Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(6), e448-455.
- Ikonen, P. 2006. Suunnistuksen lajiansalyysi ja nuorten miessuunnistajien harjoittelun ohjelmointi. Seminaarityö. Liikuntabiologian laitos. Jyväskylän yliopisto.
- Ilander, O., Borg, P., Laaksonen, M., Mursu, J., Ray, C., Pethman, K., Marniemi, A. 2006. Liikuntaravitsemus. VK-Kustannus Oy, Jyväskylä.
- Jensen, K., Johansen, L. Kärkkäinen, O. 1999. Economy in track runners and orienteers during path and terrain running. *Journal of sports Sciences*, 17(12), 945-950.
- Kerdok, A., Biewener, A., McMahon, T., Weyand, P., Herr, H. M. 2002. Energetics and mechanics of human running on surfaces of different stiffnesses. *Journal of Applied Physiology*, 92(2), 469-478.

- Koskinen, R., Kosola, V. 2015. Suunnistusjuoksukykyä määrittävät fysiologiset ja voimantuotolliset ominaisuudet. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Kandidaatintutkielma.
- Kraemer, W. & Häkkinen, K. (editors) 2002. Strength Training for Sport. The handbook of sports medicine and science. IOC Medical Commission Publication. Blackwell Science Ltd, Oxford. United Kingdom.
- Kujala, U., Nylund, T., Taimela, S. 1995. Acute injuries in orienteers. International journal of sports medicine, 16(02), 122-125.
- Kuusipohja, L., & Kurko, T. 2012. Ketterästi rastilta rastille: ketteryysharjoitusopas suunnistajille nilkkavammojen ennaltaehkäisyyn. Opinnäytetyö. Fysioterapian koulutusohjelma. Lahden Ammattikorkeakoulu.
- Kyröläinen, H., Belli, A., Komi, P. V. 2001. Biomechanical factors affecting running economy. Medicine and science in sports and exercise, 33(8), 1330-1337.
- Lauenstein, S., Wehrin, J. P., Marti, B. 2013. Differences in horizontal vs. uphill running performance in male and female Swiss world-class orienteers. The Journal of Strength & Conditioning Research, 27(11), 2952-2958.
- Leumann, L., Zust, P., Clenin, G., Valderrabano, V. 2013. Injuries in Orienteering: Ankle Instability and Overuse Injuries. Scientific Journal of Orienteering, 18(1).
- Linko, P. E., Blomberg, H. K., Frilander, H. M. 1997. Orienteering competition injuries: injuries incurred in the Finnish Jukola and Venla relay competitions. British journal of sports medicine, 31(3), 205-208.
- Luontola, S. 2011. Asento hallinnassa?: testejä suunnistajan asennon hallinnan arviointiin. Opinnäytetyö. Fysioterapian koulutusohjelma. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- Lusa, S., Lonka, H. 1988. The effects of systematic strength training on the physical performance of orienteers. Sci J Orienteering, 4, 56 – 57.
- Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K., Häkkinen, K. 2007. Urheiluvalmennus. 2. painos. Lahti: VK-kustannus.

- Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S., & Häkkinen, K. 2016. Huippu-urheiluvalmennus–Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. 1. painos. Lahti. VK-Kustannus Oy.
- Mikkola, J., Rusko, H., Nummela, A., Pollari, T., Hakkinen, K. 2007. Concurrent endurance and explosive type strength training improves neuromuscular and anaerobic characteristics in young distance runners. *Int J Sports Med* 28: 602–611.
- Millet, G., Jaouen, B., Borrani, F., Candau, R. 2002. Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and $\dot{V}O_2$ kinetics. *Med Sci Sports Exerc* 34: 1351–1359.
- Moore, I. S. 2016. Is there an economical running technique? A review of modifiable biomechanical factors affecting running economy. *Sports Medicine*, 46(6), 793-807.
- Moore, I. S., Jones, A., Dixon, S. 2014. The pursuit of improved running performance: Can changes in cushioning and somatosensory feedback influence running economy and injury risk?. *Footwear Science*, 6(1), 1-11.
- Nilsson J., Asbjörn G., Johansen E., Lund M. 2013a. Emg and joint angular displacement during running at different terrain and ground surface conditions. *Lase Journal of sport science*, 2013, 21-30.
- Nilsson J., Asbjörn G., Johansen E., Lund M. 2013b. Muscle activation level in generic and specific strength training exercises for orienteers. *Lase Journal of sport science*, 2013, 168-172.
- Nummela, A., Keränen, T., Mikkelsen, L. O. 2007. Factors related to top running speed and economy. *International journal of sports medicine*, 28(08), 655-661.
- Nummela, A., Keränen, T., Tummavuori, M., Soanjärvi, M., Mikkelsen, L., Kähäri, P., Ekblom, T., Linja, T., Väisänen, K., Haverinen, M., Vääntinen, S., Salonen, M., Ojanen T. Russo, E. 2007. Kolmen eri kestävyyslajin urheilijoiden kestävyysuorituskyky ja sen kehittyminen. *Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen KIHU: n julkaisusarja nro, 10.*

- Paavolainen, L., Häkkinen, K., Hämäläinen, I., Nummela, A. Rusko, H. 1999a. Explosive strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of Applied Physiology*, 86(5), 1527-1533.
- Paavolainen, L. M., Nummela, A. T. Rusko, H. K. 1999b. Neuromuscular characteristics and muscle power as determinants of 5-km running performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(1), 124-130.
- Pope, R., Herbert, R., Kirwan, J. 1998. Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in Army recruits. *Australian Journal of Physiotherapy*, 44(3), 165-172.
- Rattray, B., Roberts, A. D. 2011. Athlete assessments in orienteering: Differences in physiological variables between field and laboratory settings. *European Journal of Sport Science*, 12(4), 293-300.
- Rattray, B., Roberts, A. D. 2012. Athlete assessments in orienteering: Differences in physiological variables between field and laboratory settings. *European Journal of Sport Science*, 12(4), 293-300.
- Rønnestad, B. R., Mujika, I. 2014. Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(4), 603-612.
- Sandström, M., Ahonen, J. 2011. *Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka*. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Saunders, PU, Telford, RD, Pyne, DB, Peltola, EM, Cunningham, RB, Gore, CJ, Hawley, JA. 2006. Short-term plyometric training improves running economy in highly trained middle and long distance runners. *J Strength Cond Res* 20: 947–954.
- Sorvisto, J. 2013. Suunnistuslukioiden fyysisen testaustoiminnan kehittäminen. Viitattu 17.12.2018. Sähköinen versio saatavilla osoitteessa https://www.suunnistusliitto.fi/system/wp-content/uploads/2016/01/2013_12_SuunnistuslukioidenFyysisenTestaustoiminnanKehittaminen_SorvistoJuha.pdf

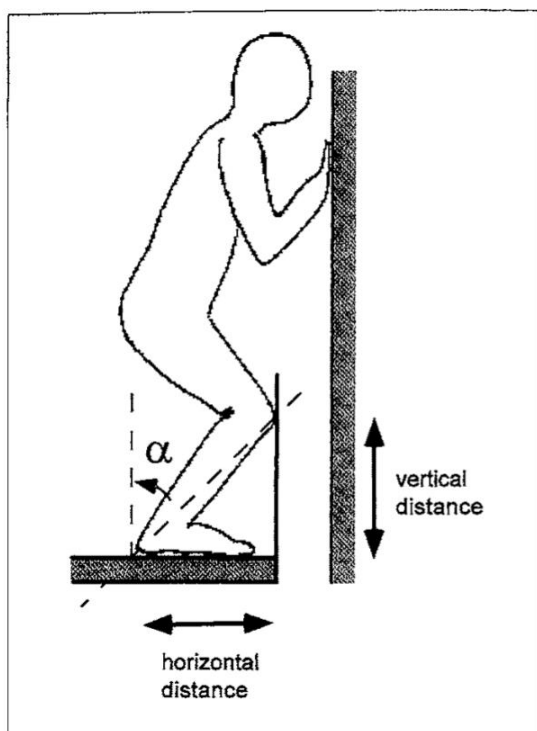
- Spurrs, RW, Murphy, AJ, and Watsford, ML. 2003. The effect of plyometric training on distance running performance. *Eur J Appl Physiol* 89: 1–7.
- Stearne, S. M., Alderson, J. A., Green, B. A., Donnelly, C. J., Rubenson, J. 2014. Joint kinetics in rearfoot versus forefoot running: implications of switching technique. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(8), 1578-1587.
- Sterzing. 2014. Running on an unpredictable irregular surface changes lower limb biomechanics and subjective perception compared to running on a regular surface. *Journal of Foot and Ankle Research* 7(Suppl 1):A80.
- Støren, O., Helgerud, J., Stoa, E. M. & Hoff, J. 2008. Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(6), 1087.
- Suomen Suunnistusliitto 2017. Vauhtia! Taitoa! Kanttia! -valmennuslinjauksen perusopas. Viitattu 17.12.2018. Sähköinen versio saatavilla osoitteessa <https://www.suunnistusliitto.fi/huippu/valmennusjarjestelma/vauhtiataitoakanttia/>
- Trojian, T. H., McKeag, D. B. 2006. Single leg balance test to identify risk of ankle sprains. *British journal of sports medicine*, 40(7), 610-613.
- Truhponen, M. 2013. Sprinttisuunnistuksen fysiologiset ja voimantuotolliset vaatimukset. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Pro Gradu -tutkielma.
- Van Gent, R. N., Siem, D., van Middelkoop, M., Van Os, A. G., Bierma-Zeinstra, S. M. A., Koes, B. W. 2007. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 41(8), 469-480.
- Voloshina, A. S., Ferris, D. P. 2015. Biomechanics and energetics of running on uneven terrain. *Journal of Experimental Biology*, jeb-106518.
- von Rosen, P., Floström, F., Frohm, A., Heijne, A. 2017. Injury patterns in adolescent elite endurance athletes participating in running, orienteering, and cross-country skiing. *International journal of sports physical therapy*, 12(5), 822.

- von Rosen, P., Heijne, A., Frohm, A., Fridén, C., Kottorp, A. 2018. High Injury Burden in Elite Adolescent Athletes: A 52-Week Prospective Study. *Journal of athletic training*, 53(3), 262-270.
- Vuurberg, G., Hoorntje, A., Wink, L. M., van der Doelen, B. F., van den Bekerom, M. P., Dekker, R., Smithuis, F. F. 2018. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *Br J Sports Med*, bjsports-2017.
- Väisänen, M. 2002. Kestävyyden ja voimantuoton yhteydet suunnistusjuoksuun miehillä ja pojilla pohjoismaisessa maastotyypissä. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Pro Gradu -tutkielma.
- Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M., Loenneke, J. P., Anderson, J. C. 2012. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2293-2307.
- Yamamoto, L. M., Lopez, R. M., Klau, J. F., Casa, D. J., Kraemer, W. J., Maresh, C. M. 2008. The effects of resistance training on endurance distance running performance among highly trained runners: a systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(6), 2036-2044.
- Zamparo, P., Perini, R., Orizio, C., Sacher, M., Ferretti, G. 1992. The energy cost of walking or running on sand. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 65(2), 183-187.

LIITTEET

Liite 1. Single leg balance test. Ohjeet löytyvät osoitteesta: <http://www.aptei.ca/library-article/1909/>

Liite 2. Dorsifleksiokulman mittaaminen (Pope ym. 1998).



Liite 3. Lauensteinin ym. (2013) kaava henkilökohtaisen mäkijuoksuvoimien arvioimiseksi ja reitinvalinnan optimoimiseksi.

$$EF_{(\alpha)} = \frac{MRV_{\text{horizontal}} - MRV_{\text{uphill}}}{MRV_{\text{uphill}} \times \tan(\alpha) \times \cos(\alpha)},$$

EF = Henkilökohtainen ekvivalenssi, $MRV_{\text{horizontal}}$ = maksimaalinen juoksuvoima mattotestissä 0 % kulmalla, MRV_{uphill} = maksimaalinen juoksuvoima mattotestissä α -kulmalla, α = maton kulma asteina kallistetussa mattotestissä.

TABLE 3. Recommendations for the application of individual equivalence factor.

Individual equivalence factor	Recommendation
>7.0	Uphill running ability weak; may not be advantageous to take climb in a route choice
5.6–7.0	Uphill running ability neutral; a balanced horizontal and uphill running ability
<5.6	Uphill running ability strong; may be advantageous to take climb in a route choice

Liite 4. Kasva urheilijaksi testit (kasvaurheilijaksi.fi)

- 50 m nopeus, käsiäjalla tai valokennoilla
- Nopeusvoima: 5-loikka 2 askeleen juoksuvauhdilla
- Nopeusvoima: Kuntopallonheitto alhaalta eteen. 2 kg:n kuntopallo
- Liikkuvuus: Lapakääntö 1 – 2 m pitkällä kepillä
- Liikkuvuus: Haaraistunnassa eteentaivutus
- Kestävyys: Kestävyyskukulajuoksu ($x * 20$ m) ääninauhan merkeillä