

This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.

Author(s): Rytönen, Tuomas; Ahtiainen, Juha

Title: Voima se on joka jyllää : voimantuoton kenttätestaamisen lyhyt oppimäärä

Year: 2019

Version: Published version

Copyright: © Liikuntatieteellinen Seura 2019.

Rights: In Copyright

Rights url: <http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en>

Please cite the original version:

Rytönen, T., & Ahtiainen, J. (2019). Voima se on joka jyllää : voimantuoton kenttätestaamisen lyhyt oppimäärä. *Liikunta ja tiede*, 56(4), 31-36. https://www.lts.fi/media/liikunta-tiede-lehden-artikkelit/4_2019/lt_4-19_31-36_lowres.pdf



Haara-etuvaaka on yksi etuvaa'an liikekehittelyistä. Monia kehonpainoliikkeitä voi raskauttaa pidentämällä tavoitesuoritusta vastustavan kehonosan vipuvartta. (Ks. myös teksti s. 33.) Kuva: Milla Vahtila

Teksti: TUOMAS RYTKÖNEN (testit), JUHA AHTIAINEN (teoriatausta)

Voima se on joka jyllää

– voimantuoton kenttätestaamisen lyhyt oppimäärä

Jokainen meistä tarvitsee hermolihaskäytönsä perustuvaa kykyä tuottaa voimaa. Tavallinen ihminen arjesta selvitäkseen, urheilija yltääkseen parhaaseen mahdolliseen suoritukseen.

Tieto voimantuotokyvystä on hyödyksi harjoittelun kaikilla tasoilla. Huipputason mittausjärjestelyt ovat vain kuitenkin harvojen ulottuvilla.

Miten voimantuottoa voidaan mitata luotettavasti muualla kuin laboratoriossa?

Voiman lajeja ovat maksimi-, nopeus- ja kesto-voima. Maksimivoima on itseisarvoisen tärkeää maksimivoimalajeissa ja sen reservi on tärkeä pohjaominaisuus sekä nopeusvoimalle että kesto-voimalle. Aktiivisten lihasten supistuksessa maksimivoiman tuottaminen kestää puolesta sekunnista pariin sekuntiin. Nopeusvoimasuorituksissa kykenee sitä parempiin suorituksiin mitä enemmän pystyy tuottamaan voimaa rajoitetussa ajassa, lajista riippuen noin 0,1–0,5 sekunnissa. Mitä suurempi voimantuotonopeus, sitä suuremman osan maksimivoimareservistään pystyy hyödyntämään lyhyessä ajassa.

Kestovoimalajeissa riittävä maksimivoimareservi mahdollistaa taloudellisen suoritustekniikan, mutta lisäksi tarvitaan todella hyviä kesto-voimaominaisuuksia ja lajitekniikkaa.

Voiman lajien laadukas testaaminen vaatii laajaa kuormitusfysiologista ymmärrystä sekä tarkkaa tietoa biomekaanisesta lajiansalyysistä. Kertooko käytetty testiliike tavoittelajin kannalta olennaisten ominaisuuksien kehittymisestä? Mistä lajin kannalta tärkeiden pohja- tai jalostusominaisuuksien kehittymisestä tämän testin kehittyminen kertoo? Mikä osa testituloksetkehityksen taustalla olevista fysiologisista adaptaatioista on jalostettavissa lajisuorituksen illoiksi ja mitkä ovat vain testispesifejä adaptaatioita? Muun muassa tällaiseen pohdintaan hyvän kuntotestaajan ja fysiikkavalmentajan tulee kyetä voimatestaamista suunniteltaessa.

Laboratoriotesteillä saadaan usein tarkempaa tietoa eri ominaisuuksien kehittymisestä, mutta muilla kuin huippu-urheilijoilla ei yleensä ole näppäriä käytännön resurssia säännölliseen laboratoriotestaukseen. Onneksi laadukkaat kenttättestivalinnat tuottavat usein hyvin informaatiota korkeatasoisen fysiikkaharjoittelun suunnitteluun ja harjoittelun tuloksellisuuden seurantaan.

Voiman kehittymisen spesifisyys

Voimantuoton testaamisessa tulee ymmärtää, että kehittyminen johtuu monella tapaa käytetystä harjoitusmuodosta. Yksi testi mittaa vain tiettyjä testilihasryhmien voimantuotto-ominaisuuksia. Lihasten välinen ja sisäinen koordinaatio kehittyvät niissä liikkeissä ja niillä kuormilla ja liikenopeuksilla, joilla liikkeitä harjoitetaan. Voimantuotto kehittyvät eniten niillä nivelkulmilla, joilla harjoitellaan. Tämä johtuu sekä hermostollisen käskytyksen nivelkulmaspesifeistä adaptaatioista että harjoitetuilla nivelkulmilla voimantuoton kannalta tärkeimpien lihasryhmien lihasjännekompleksien voimantuotollisista ja voimavälityskyvällisistä muutoksista.

Voima kehittyvät eniten niillä lihastyötavoilla, joilla harjoitellaan. Esimerkiksi eksentrisen (aktiiviset lihakset pitenevät) voimantuotto ei kehity maksimaalisesti ilman erillistä eksentristä treeniä, koska tasakuormaisessa konsentriseksentrisessä (aktiiviset lihakset lyhenevät ja pitenevät lihastyötavoja vuorotellen) harjoittelussa konsentrisen voimantuotto määrittää käytettävien kuormat. Eksentrisesti pystytään kuitenkin tuottamaan 20–50 prosenttia isompia voimia kuin konsentrisesti johtuen venytystä vastustavista lihasrakenteista. Erillisellä eksentrisellä harjoittelulla voidaankin harjoittaa erityisesti noita rakenteita ja lihasten maksimaalista hermostollista käskyttämistä eksentrisessä lihastyössä.

Voima kehittyvät eniten niillä liikenopeuksilla, joilla voimaa harjoitetaan. Tämä on erityiseen tärkeää huomioida nopeusvoimalajeissa. Nopeasta voimantuotosta on paremmin siirtovaikutusta hitaaseen voimantuottoon kuin toisin päin. Lisäksi voimantuoton kehittyminen riippuu osin voimantuotonsuuntauksesta. Hermolihasjärjestelmältä vaaditaan erilaisia liikemalleja, eri lihasryhmien sekä lihaspituuksien voimantuoton korostamista riippuen siitä, suunnataanko voiman-

tuotto ylös-alas-, eteen-taakse-, sivuttais- vai kierto-suunnassa.

Myös energiantuottotavat täytyy huomioida testi- ja treenivalinnoissa. Alle kuuden sekunnin suoritukset hoituvat pääosin välittömällä energianlähteillä eli lihaksissa valmiina olevilla adenosiinitrifosfaatilla (ATP) ja fosfokreatiinilla (KP). 15–90 sekunnin suorituksissa tärkein energiantuottotapa on ATP:n tuottaminen hiilihydraateista ilman happea. Selvästi yli kahden minuutin kesto-voimasuorituksissa hiilihydraattien hapettaminen on tärkein energiantuottomekanismi. Myös adaptaatiot energiantuoton kehittämisessä ovat spesifejä harjoittelulle.

Esimerkiksi syvän etukyykyn yhden toiston maksimi mittaa ennen kaikkea konsentrista voimantuottoa syvillä nivelkulmilla, pitkällä lihaspituuksilla ja hitaalla liikenopeuksilla. Syvän etukyykyn yhden toiston maksimi on esimerkiksi hyvä maksimivoimatesti painonnostajan yhdistetyn polven ja lonkan ojennuksen dynaamisen voimantuoton sekä torson isometrisen (aktiivisten lihasjännekompleksien pituus ei muutu) voimantuoton testaamiseen ajatellen ennen kaikkea rinnallevedon ylösnousuvaihetta. Puolestaan vaikkapa keihäänheitäjän tukijalan maksimivoimareservistä syvän etukyykyn maksimivoimatesti ei kerro määränään enempää, koska tukijalan tilanteessa korostuu polven ja lonkan ojentajien eksentrisen ja isometrisen nopea voimantuotto korkeilla nivelkulmilla.

Maksimivoiman testaaminen dynaamisissa maksimivoimataavoitteissa

Maksimivoimatesteissä, kuten muissakin voimatesteissä, pitäisi alkuverryttelyssä ensiksi nostaa kehon sisälämpötilaa. Tämä parantaa muun muassa hermoimpulssien johtumista liikehermoissa, lihassolujen energiantuoton entsyymitoimintaa sekä tuki- ja liikuntaelimestön elastisuutta. Lisäksi olisi hyvä tehdä dynaamisilla venytyksillä testiin tarvittavien liikelajuuksien aukaisut. Pitkiä staattisia venytyksiä tulisi välttää, jottei maksimaalinen ja nopea voimantuotto hetkellisesti heikkene. Lisäksi olisi tärkeää valmistaa hermolihasarjestelmä maksimaaliseen suoritukseen lähestymissarjoilla: pari 5–10 toiston sarjaa 20–50 prosentin kuormilla arvioidusta yhden toiston maksimista 1–2 minuutin sarjapalautuksilla ja pari 3–5 toiston sarjaa 50–85 prosentin kuormilla arvioidusta yhden toiston maksimista 2–3 minuutin sarjapalautuksilla.

Tämän jälkeen testaaminen yhden toiston sarjoilla voi alkaa. Yhden toiston maksimi on dynaamisen maksimivoiman testaamisen kultainen standardi. Päivän yhden toiston maksimi pitäisi löytyä korkeintaan kuudella yrityksellä ja sarjapalautusten pitäisi olla yritysten välissä 3–10 minuuttia. Tämä mahdollistaa välittömien energianlähteiden ja hermoston palautumisen yritysten välissä. Vammojen ennaltaehkäisemiseksi on tärkeää, että etsitään kussakin liikkeessä päivän tekninen yhden toiston maksimi eli suurta vammoriskiä sisältäviä nostotekniikoita vältetään. Lisäksi testiliikkeiden suoritustekniikka ja liikerata on todella tärkeää vakioida testin luotettavuuden ja toistettavuuden takia.

Varmuudella yksilön yhden toiston maksimia ei voi-

Onneksi laadukkaat kenttätestivalinnat tuottavat usein hyvin informaatiota korkeatasoisen fysiikkaharjoittelun suunnitteluun ja harjoittelun tuloksellisuuden seurantaan.

da tietää kuin testaamalla. Testiliikkeeseen vähemmän kokeneilla testattavilla voidaan kuitenkin arvioida yhden toiston maksimia seuraavasti 2–5 toiston maksimin perusteella:

Arvioitu 1 RM (repetition maximum) = 2 RM / 0,95

Arvioitu 1 RM = 3 RM / 0,90

Arvioitu 1 RM = 4 RM / 0,875

Arvioitu 1 RM = 5 RM / 0,85

Kuntoilijan yleisvoimaa testatessa kuuden päävoimantuottosuunnan täyden liikeradan liikkeiden käyttäminen toimii hyvin. Päävoimantuottosuuntia ovat yläkropan alaspäin vetäminen (esim. leuanveto), ylöspäin punnertaminen (esim. pystypunnerrus), sivusuuntainen vetäminen (esim. penkkiveto), sivusuuntainen punnertaminen (esim. penkkipunnerrus), yhdistetty polven ja lonkanojennus (esim. erilaiset kyykyt) ja lannesarana (esim. maastaveto tai lantionnosto). Täysi liikerata on yleisvoiman standardi, mutta urheilijoilla laadukkaassa voimatestaamisessa täytyy käyttää myös nivelkulmaspesifejä maksimivoimatestejä. Esimerkiksi bulgariaista askelkyykyä puolikyykynä eli 90 asteen polvikulmasta voitaisiin käyttää osana juoksu- ja hyppylajien maksimivoimareservin testipatteristoa.

Dynaamisen maksimivoiman testit kertovat sekä kehittyneestä yleisvoimasta että liikespesifeistä adaptaatiosta. Testituloksen kehittymisen taustalla voi olla yleisvoima-adaptaatioista lihasmassan kasvua, liikehermoston parantunutta kykyä käskyttää yksittäisiä lihaksia ja niiden motorisia yksiköitä, lihaslaatumuutoksia ja tuki- ja sidekudosten parantunutta voimantähtämissä. Näiden ominaisuuksien kehittyminen on osin suoraan käytettävissä ja osin jalostettavissa hyvällä laji- ja lajiharjoittelulla lajiin. Liikespesifiä adaptaatiota puolestaan on lihasten välisen ja sisäisen koordinaation kehittyminen testiliikkeessä nettovoimantuoton näkökulmasta. Nämä adaptaatiot eivät ole jalostettavissa urheilijan lajiin, ellei testiliike ole urheilijan laji tai osa hänen lajinsa liikekieltä. Jos esimerkiksi raaka rinnalleveto kehittyy 120 kilosta 140 kiloon, niin todennäköisesti osa kehityksestä tulee yleisvoima-adaptaatioista ja osa liikespesifeistä adaptaatioista.

Maksimivoiman testaaminen isometrisissä kehonpainotavoitteissa

Jos tavoitteena on isometrinen liike, kuten etuvaaka, takavaaka tai nojavaaka, on hyvä testaaminen lihas-työtapa- ja nivelkulmaspesifiä. Pari kevyempää 5–10 s kestoista lähestymissarjaa liikevariaatiolla, jolla jaksaisi olla asennossa 20–30 s. (esim. keräetuvaaka ja suoran selän keräetuvaaka) ja pari kovempaa 3–5 s lähestymissarjaa, joilla jaksaa olla asennossa 8–15 s (esim. täysetuvaaka avustettuna vastuskuminauhalla) on hyvä lähtökohta.

Varsinainen maksimivoimatesti on etsiä liikevariaatio, jolla jaksaa pitää tavoiteasentoa yllä 3–5 s (esim. täysetuvaaka 1+1 kg nilkkapainoilla). Lähestymis- ja testisarjojen palautuksiin sekä testisarjojen määrään pätevät samat lainalaisuudet kuin dynaamisen maksimivoiman testaamisessa.

Lihasmassaharjoittelua tukeva maksimi- ja kestoimatestaaminen

Lihasmassaharjoittelussa kehittymisen seurannassa erilaiset kehonkoostumusmittaukset ovat hyvä apuväline, mutta myös voimatesteille on tärkeä paikkansa. Pitkällä aikavälillä lihakset eivät voi kasvaa ilman, että kehon voimantuotto-ominaisuudet muuttuvat. Pelkkä maksimivoiman testaaminen ei ole kuitenkaan kovin hyvä testi lihasmassan kasvattajalle, koska dynaamisissa maksimivoimasuorituksissa vain noin puolet suorituskyvystä koostuu lihasmassasta ja puolet hermostollisista tekijöistä sekä lihasjännekompleksien voimantuotollisesta ja voimantähtämissä laadusta.

Sen sijaan sekä yhden toiston maksimitesti että toistotesti 80 prosentin kuormalla alkutestien yhden toiston maksimista on hyvä testikaksikko lihasmassaprojekteihin. Toistotesti 80 prosentin kuormalla yhden toiston maksimista on lihasmassaharjoittelulle lajispesifi testi ja kertoo ennen kaikkea lihasmassan kasvusta sekä anaerobisen kapasiteetin kehittymisestä.

Räjähävän nopeusvoiman, pikavoiman, kimmoisuuden ja reaktiivisuuden testaaminen

Nopeusvoimasuorituskyky koostuu maksimivoimareservistä, voimantuottonopeudesta ja nopean, varsinkin iskuttavan, lihasjännekompleksien venymislyhenemisyksiköiden sisältävissä lajeissa myös kimmoisuudesta. Voimantuottonopeuden kehittymisen kannalta olennaisimmat adaptaatiot ovat hermostollisen käskytyksen kehittyminen voimantuoton ensimmäisen kymmenien ja satojen millisekuntien aikana sekä lihassolujen supistumisnopeuden kehittyminen. Kimmoisuudessa korostuvat jänteiden, muiden tutki- ja sidekudosten ja lihasten kyky varastoida ja vapauttaa elastista energiaa. Lisäksi lihasten välinen ja sisäisen koordinaation kehittyminen nettovoimantuoton näkökulmasta tavoiteliikkeissä tavoitekuormilla ja -liikenopeuksilla on tärkeää nopeusvoimasuorituksissa.

Nopeusvoimatestien perusalkuverryttelyohjeet ovat samanlaiset kuin maksimivoimatesteissä, mutta noususarjojen sijasta muutama submaksimaalinen testi-liikesuoritus 1–3 minuutin palautuksilla toimii hyvin. Varsinaisissa testisuorituksissa yksittäisten hyppyjen ja heittojen välissä yhden minuutin sarjapalautukset riittävät, mutta aina kolmen yrityksen jälkeen olisi hyvä

Mihin ihminen tarvitsee voimantuottoa ja miksi sitä pitää testata?

Tarvitsemme kaikki hermolihasjärjestelmän voimantuottoa eli kesto-, maksimi- ja nopeusvoimaa paitsi liikuntasuorituksissa myös päivittäisessä elämässämme. Lihassoima on osana fyysisen toimintakykyisyyden tärkeä osa-alue. Rajoittunut lihasten voimantuotto voi heikentää henkilön toimintakykyä erityisesti ikääntyessä. Liikunnalla voi ehkäistä tai hidastaa ikääntymisen vaikutuksia lihasten toimintaan ja edistää terveyttä ja toimintakykyä (Garatachea ym. 2015). Voimaharjoittelun vaikutuksista ikääntyneiden lihaskuntoon ja toimintakykyyn liittyen on viime vuosina julkaistu useita systemaattisia katsauksia ja meta-analyysyjä (ks. lähdeluettelo, lähteet merkitty*).

Yleisesti ottaen voimaharjoittelu vaikuttaa myönteisesti ja erityisesti useissa julkaisuissa korostuu nopeusvoimaominaisuuksien suhde ikääntyneiden toimintakykyyn. Ikääntyneiden kuntotesteissä tulisi kiinnittää huomiota nopeusvoiman mittaamiseen. Joissakin terveystestien mittaavissa testistöissä onkin valittu jokin testi tämän ominaisuuden kartoittamiseksi, kuten esimerkiksi ponnistushyppy UKK-terveystestistöissä (<http://www.ukkinstituutti.fi/ammattilaisille/testaaminen/ukk-terveystestistot>) ja ALPHA-FIT-terveystestistöissä (<http://www.ukkinstituutti.fi/alpha>).

Urheilussa hermolihasjärjestelmän voimantuotto on merkittävä tekijä urheilijan suorituskykyisyydessä, tietysti lajin vaatimuksista riippuen. Voimantuoton merkitys korostuu, kun pitää liikuttaa nopeasti omaa kehoa, kuten juoksupyöräilyssä, hyppyissä, loikissa ja suunnanvaihdossa. Joissakin lajeissa on pystyttävä liikuttamaan itsensä lisäksi myös vastustajaa tai pelivälinettä. Usein taitavan suorituksen taustalla on kyky tuottaa voimaa tarkoituksellisella tavalla mahdollisimman nopeasti saavuttaakseen tarvittavan liikenopeuden tai ylläpitääkseen tasapainoa. Toisaalta lajitekkinen suoritus voi vaatia riittävän suurta nopeaa voimantuottoa. Lähes kaikissa urheilulajeissa korostuu urheilijan kykyisyys tuottaa nopeusvoimaa.

Nopeaa voimantuottoa voidaan mitata erityisellä laitteistolla analysoimalla voimadynamometrillä saadusta voimakäyrästä voimantuoton nousunopeus (voima-aika -analyysi). Urheilusuorituksen kannalta ratkaisevaa on, kuinka paljon voimaa kyetään tuot-

tamaan ensimmäisen 200–300 ms aikana, johon mennessä ei vielä kyetä tuottamaan maksimaalisia voimatasoja. Suorituksen teho riippuu liikenopeudesta ja ulkoisesta voimasta (teho = voima x nopeus). Suurin teho voidaan saavuttaa submaksimaalisilla kuormilla, joka voidaan määrittää liikenopeutta mittavalla laitteistolla portaittain kasvavassa kuormituksessa, esimerkiksi vertikaalihypyssä lisäkuormilla (Haff & Nimphius 2012). Lisätietoa näistä testimenetelmistä löytyy Fyysisen kunnan mittaaminen kirjan luvusta 3, hermolihasjärjestelmän toiminnan testaaminen.

Yhdistämällä pitkällä aikavälillä maksimi- ja nopeusvoimaharjoittelua voidaan maksimoida urheilijan kyky tuottaa voimaa nopeasti, joka luo edellytyksiä itse lajisuurituksen kehittymiselle. Avainasemassa harjoittelun kannalta on nopeiden motoristen yksiköiden stimuloituminen harjoitusärsykkeeseen (Kraemer & Looney 2012). Siksi maksimoidakseen nopeusvoimaominaisuuksien kehittymisen tulee harjoittelun sisältää sekä suurilla kuormilla tehtävää maksimivoimaharjoittelua, että maksimaalisella liikenopeudella suoritettavia harjoitteita pienellä kuormalla (räjähtävä voimantuotto) ja maksimitehoalueen kuormilla (nk. optimikuorma). Lisäksi urheilulajin vaatimuksista riippuen harjoittelu voi sisältää enemmän tai vähemmän reaktiivisen voimantuoton harjoitteita (plyometrinen harjoittelu).

Kuntosalilla pääasiassa levytangolla tapahtuvan voimaharjoittelun lisäksi tarvitaan lajille ominaista voimaharjoittelua lajispesifissä ympäristössä, kuten kentällä tapahtuvat vastusvetoharjoitukset tai ylipainoisilla välineillä tehtävät harjoitteet. Joka tapauksessa voimaharjoittelun myötä kehittyneiden voimantuottoominaisuuksien siirtyminen lajisuoritukseen vaatii jatkuvaa lajitaidon- ja tekniikan harjoittelua (Newton & Kraemer 1994).

Urheilijan voimantuotto-ominaisuuksien testaamisessa ja harjoittelun monitoroinnissa tulisi pitkällä aikavälillä huomioida kaikki edellä mainitut nopeusvoiman osatekijät huomioiden harjoittelujaksojen painopistealueet. Näin saadaan selville, kehittyvätkö ne voimaominaisuudet, joita kulloinkin pyritään kehittämään ja vastaavasti säilyvätkö muut voimaominaisuudet halutulla tasolla.

JUHA AHTIAINEN

Lihasmassaharjoittelussa kehittymisen seurannassa erilaiset kehonkoostumusmittaukset ovat hyvä apuväline, mutta myös voimatesteille on tärkeä paikkansa.

pitää pidempi 3–10 minuutin palautus. Moniloikissa ja muissa useamman toiston tai sekunnin suorituksissa pitäisi jokaisen testiyrityksen jälkeen pitää 3–10 minuutin sarjapalautus. Testisuorituksia olisi hyvä olla vähintään kolme, mutta testiä tulee jatkaa niin kauan kuin testisuoritus paranee.

Räjähtävää nopeusvoimaa testaavat yksittäiset hyppy ja heitot. Räjähtävässä nopeusvoimassa nopea konsentrinen voimantuotto korostuu. Hyviä takaa-eteen-suunnan kenttätestejä ovat esimerkiksi alaraajoille vauhditon pituushyppy sekä alhaalta eteen kuntopallon tai kuulun heitot 2–5 kg kuormilla ja yläkroppalle alakropan nivelet lukossa tehtävät eteenpäin suuntautuvat kuntopallon työnnot 2–5 kg kuormilla mahdollisimman pitkälle. Mitä kevyempi pallo, sitä suurempi liikenopeus ja pienempi voimantuottoaika. Alhaalta–ylös-suunnan kenttätestejä ovat esimerkiksi alaraajoille kevennyshyppy seinäkosketuksella (tai älypuhelimien sovelluksilla, joilla voidaan mitata lentoaika (t), josta saadaan laskettua nousukorkeus (h) kaavalla $h = gt^2/8$) ja yläraajoille 2–5 kg kuntopallon työntö selinmakuulta mahdollisimman pitkälle. Heitotesteissä täytyy ymmärtää, että pallon lähtönopeuden lisäksi heittokulma (tekninen osaaminen) vaikuttaa heiton pituuteen. Alaraajojen sivusuunnan räjähtävän nopeusvoiman testinä toimii hyvin sivuloikka.

Erilaiset moniloikkatestit mittaavat alaraajojen syklistä pikavoimaa ja kimmoisuuutta. Näissä testeissä korostuu eksentriskonsentrisen venymislyhenemis-syklusen toimivuus. Täytyy olla riittävät eksentriset voimantuotto-ominaisuudet, jotta jalkajousen jäykkyyks on korkealla. Tällöin painopiste ei romahda loikkakontaktissa ja energiaa ei pääse valumaan hukkaan. Kudosten kyky varastoida ja vapauttaa elastista energiaa on tärkeää. Hyvä kyky esijännittää lihaksia jo ilmalennon aikana lisää voimantuottoaika lisäten voimantuottoa ja nopea konsentrinen voimantuotto mahdollistaa mahdollisimman suuren osuuden hyödyntämisen olemassa olevasta maksimivoimareservistä työntövaiheessa.

Hyviä kehon massakeskipisteen kiihdytyskykyä mittaavia moniloikkatestejä ovat vauhditon 5-loikka, kolme tasatassua ja vauhditon 3-kinkka. Sivusuuntaan tapahtuvat saman jalan 3–5-loikat ovat hyvä lisä monien suunnanmuutoslajien kenttätesteihin. Nopeamman kontaktin ja liikenopeuden testinä toimivat hyvin 6-loikka ja 3-kinkka 2–6 askeleen juoksuvauhdista. Mitä enemmän vauhtiasteita sitä vähemmän on voimantuottoaika ja äärimmäisen nopea voimantuotonopeus korostuu.

Reaktiivisuutta voidaan mitata pudotushypyillä 20–50 cm korkeudesta. Reaktiivisen voiman indeksi lasketaan jakamalla lentoaika ponnistuksen kontaktiajalla. Hyvä kimmoisuus yhdistettynä äärimmäiseen nopeaan voimantuottoon maksimoi reaktiivisuuden. Reaktiivisuus on tärkeää kimmoisissa lajeissa, joissa voimantuottoaika on vähän. Esimerkiksi pikajuoksussa reaktiivinen voimantuotto korostuu, koska voimantuottoaika on kontaktivaiheessa täysvauhtisessa juoksussa huippujuoksijalla vain noin sekunnin kymmenes. Esimerkiksi lentopallon torjuntalyönnissä voimantuottoaika on useampi kymmenes. Lentopalloilijalla voidaankin osassa pudotushyppytestejä mitata pelkkää nousukorkeutta ja unohtaa reaktiivisuus,

Voimantuoton testiaan muistilista

Lajin kuormitusfysiologinen ja biomekaaninen lajiantalyysi on huomioitava testejä suunniteltaessa. Testiliikkeitä valittaessa pitäisi huomioida lajista seuraavat tekijät:

- Lihasuryhmät
- Liikemallit
- Lihastyötavat
- Nivelkulmat
- Voimantuottoajat
- Suoritusten kokonaiskesto
- Eri ominaisuuksien kokonaisvaikutus suorituskyykyyn

Testattaessa on huomattava, että monissa nopeusvoimasuorituksissa tarvitaan esimerkiksi niin maksimivoimareserviä, voimantuotonopeutta kuin kimmoisuuutta.

johon ponnistuksen kesto vaikuttaa merkittävästi. Toki on myös pelitilanteita, joissa reaktiivisuutta tarvitaan ja sitäkin on hyvä testata.

Juoksun liikenopeuden testaaminen

Lineaarista juoksunopeutta mitattaessa on tärkeää mitata sekä kiihdytyskykyä että täysvauhtista nopeutta. 30 m ja 10 m kiihdytykset paikaltaan kertovat hyvin kiihdytysnopeudesta. Lentävä 20 m puolestaan kertoo hyvin täysvauhtisesta juoksunopeudesta. Paras luotettavuus ja toistettavuus juokstutesteihin saadaan valokennoilla, mutta älypuhelimella videoimalla voidaan päästä kohtuulliseen kenttätestitarkkuuteen. Käsiaika on liian epätarkka näin nopeissa suorituksissa.

Palloilulajeissa suunnanmuutosnopeus on äärimmäisen tärkeää. Suunnanmuutosnopeus sisältää kiihdytyksen, jarrutuksen, suunnanmuutoksen ja uuden kiihdytyksen. Hyvä suunnanmuutosnopeutta mittaava testi kestää alle 10 s ja sisältää lajinomaisia suoran etenemisen pätkiä ja lajinomaisia suunnanmuutoksia sekä lajinomaisesti liikkumista etuperin, takaperin ja sivuttain. Juokstutesteissäkin yrityksiä on hyvä olla vähintään kolme ja yritysten välisen palautuksen vähintään kolme minuuttia.

Kestovoiman testaaminen

Kestovoimalajeissa on usein syytä testata sekä maksimivoimatestit että kestovoimatestit, koska maksimivoimareservi vaikuttaa niin paljon suorituskyykyyn. Kestovoiman testaaminen on sinänsä yksinkertaista, kunhan testiliikkeiden suoritustekniikat on vakioitu hyvin. Anaerobisen kestovoiman testeissä dynaaminen toistomaksimitesti tai isometrinen aikamaksimitesti tulisi toteuttaa kuormalla, jolla testi kestää noin 30–90 sekuntia. Aerobisen kestovoiman testeissä dynaaminen toistomaksimitesti tai isometrinen aikamaksimitesti tulisi toteuttaa kuormalla, jolla testi kestää noin 2–10 minuuttia.



**Viisipisterata on esimerkki radasta, jolla voidaan testata suunnanmuutosnopeutta.
Kuva: Milla Vahtila.**

TUOMAS RYTKÖNEN, LitM,
Voima- ja fysiikkavalmentaja sekä kouluttaja
Voimaharjoittelun käsikirjan (Fitra 2019) kirjoittaja
www.tuomasrytkonen.fi
Athletica Valmennus www.athletica.fi
Sähköposti: tuomasrytkonen@gmail.com

JUHA AHTIAINEN, LitT
Yliopistotutkija, Liikuntafysiologian dosentti
Liikuntatieteellinen tiedekunta
Jyväskylän yliopisto
Sähköposti: juha.ahtiainen@jyu.fi

ARTIKKELIKOKONAISUUDEN LÄHTEET:

Behm DG, Muehlbauer T, Kibele A, Granacher U. Effects of Strength Training Using Unstable Surfaces on Strength, Power and Balance Performance Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med.* 2015, 45(12):1645–69. *

Benichou O, Lord SR. Rationale for Strengthening Muscle to Prevent Falls and Fractures: A Review of the Evidence. *Calcif Tissue Int.* 2016, 98(6):531–45. *

Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose-Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2015, 45(12):1693–720. *

Byrne C, Faure C, Keene DJ, Lamb SE. Ageing, Muscle Power and Physical Function: A Systematic Review and Implications for Pragmatic Training Interventions. *Sports Med.* 2016, 46(9):1311–32. *

de Labra C, Guimaraes-Pinheiro C, Maseda A, Lorenzo T, Millán-Calenti JC. Effects of physical exercise interventions in frail older adults: a systematic review of randomized controlled trials. *BMC Geriatr.* 2015, 2;15:154. *

Fyysisen kunnan mittaaminen – käsi- ja oppikirja kuntotestaa-jille. Päätoim. Kari L. Keskinen, Keijo Häkkinen ja Mauri Kallinen, Liikuntatieteellinen Seura, Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu 174, 2018. ISBN: 9789525762075

Garatachea N, Pareja-Galeano H, Sanchis-Gomar F, Santos-Lozano A, Fiuza-Luces C, Morán M, Emanuele E, Joyner MJ, Lucia A. Exercise attenuates the major hallmarks of aging. *Rejuvenation Res.* 2015, 18(1):57–89.

Haff GG, Nimphius S. Training Principles for Power. *Strength and Conditioning Journal.* 2012, 34 (6):2–12

Kraemer WJ, Looney DP. Underlying Mechanisms and Physiology of Muscular Power. *Strength and Conditioning Journal.* 2012, 34(6):13–19.

Lacroix A, Hortobágyi T, Beurskens R, Granacher U. Effects of Supervised vs. Unsupervised Training Programs on Balance and Muscle Strength in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2017, 47(11):2341–2361. *

Lieberman K, Forti LN, Beyer I, Bautmans I. The effects of exercise on muscle strength, body composition, physical functioning and the inflammatory profile of older adults: a systematic review. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2017, 20(1):30–53. *

Lopez P, Pinto RS, Radaelli R, Rech A, Grazioli R, Izquierdo M, Cadore EL. Benefits of resistance training in physically frail elderly: a systematic review. *Aging Clin Exp Res.* 2018, 30(8):889–899. *

Lozano-Montoya I, Correa-Pérez A, Abraha I, Soiza RL, Cherubini A, O'Mahony D, Cruz-Jentoft AJ. Nonpharmacological interventions to treat physical frailty and sarcopenia in older patients: a systematic overview – the SENATOR Project ONTOP Series. *Clin Interv Aging.* 2017, 24;12:721–740. *

McKinnon NB, Connelly DM, Rice CL, Hunter SW, Doherty TJ. Neuromuscular contributions to the age-related reduction in muscle power: Mechanisms and potential role of high velocity power training. *Ageing Res Rev.* 2017, 35:147–154. *

Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U. Associations Between Measures of Balance and Lower-Extremity Muscle Strength/Power in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2015, 45(12):1671–92. *

Newton RU, Kraemer WJ. Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength Cond Journal.* 1994, 16:20–31

Papa EV, Dong X, Hassan M. Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review. *Clin Interv Aging.* 2017, 13;12:955–961. *