Lajitaustan vaikutus paikkavoltin tekniikkaan permannolla

Matias Pärkkä & Topi Kulmakorpi

Liikeanalyysiraportti

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Syksy 2021

**SISÄLLYS**

1 Johdanto 1

2 Tutkimusmenetelmät 3

3 Tulokset 5

4 POhdinta 10

LÄHTEET 13

# Johdanto

Takaperinvoltti on akrobaattinen perusliike useissa eri taitolajeissa. Lajista vaihdellen suoritustekniikat voivat vaihdella melko suurestikin. Esimerkiksi voimistelussa takaperinvoltissa keskitytään ponnistamaan suoraan ylöspäin ja pyörimään voltti mahdollisimman nopeasti ilmassa. Sen sijaan freestyle-laskettelussa ilma-aikaa liikkeen tekemiseen on huomattavasti enemmän ja tärkeämpää on pyöriä voltti rauhallisesti ja hallitusti ilmassa. Liikeanalyysin tarkoituksena on vertailla kahden eri lajitaustan suoritustekniikkaa permannolla tehtävässä takaperinvoltissa.

Takaperinvoltti paikaltaan ei ole telinevoimistelun kilpailutilanteessa permantosarjassa tehtävä liike, vaan se suoritetaan usein liikesarjan päätteeksi. Täten kansainvälisen voimisteluliito FIG sääntökirjasta ei löydy paikaltaan tehtävään takaperinvolttiin suorituskriteereitä, mutta yleisenä sääntökriteerinä permantosarjassa tehtäville volteille on korkeus ja alastulo. Liian vähäisestä korkeudesta vähennetään 0,1-0,3 pistettä, ja alastulon askelista 0,1-0,5 pistettä ja kaatumisesta 1,0 pistettä (Federation internationale de gymnastique 2020).

Takaperinvoltti koostuu pääsääntöisesti kolmesta eri vaiheesta: Ponnistusvaihe, pyörimisvaihe ja alastulo. Ponnistusvaihe on yksi takaperinvoltin tärkeimmistä vaiheista, sillä mikäli ponnistus jää matalaksi tai suuntautuu vaikkapa liikaa taaksepäin, liike on vaikea saada pyörimään ja tällöin alastulovaiheesta tulee riskialttiimpi. Toisin sanoen hyvää ponnistusvaihetta seuraa usein hyvä pyörimisvaihe, jota seuraa hyvä alastulo. Ponnistukseen saadaan lisää voimaa niin kutsutusta käsivedosta, jossa kädet tuodaan rivakasti alhaalta ylös ponnistuksen yhteydessä. Jalkojen irrotessa maasta tulisi vielä lantio ojentaa suoraksi tai “auki”. Ponnistusvaihetta seuraa pyörimisvaihe, jonka aikana keho olisi tarkoituksena tuoda suorasta, hieman ehkä jopa kaarevasta asennosta terävästi keräasentoon, joka saa voltin pyörähtämään “pään yli”. Pyörimisvaihe loppuu keräasennon avaamiseen, jossa pyritään hidastamaan voltin pyörimistä, kohdistamaan katse maahan ja tuomaan liike hallitusti alas huolellisen polvijouston kera.

Ponnistusvaiheella on suuri vaikutus liikkeen onnistumisen kannalta, joten siinä tehdyt tekniikkavirheet vaikuttavat koko suoritukseen merkittävästi. Yleisimpiä tekniikkavirheitä ponnistusvaiheessa ovat ponnistuksen liiallinen suuntautuminen taaksepäin, heikko käsiveto ja kiirehtiminen keräasentoon, jonka seurauksena ponnistus jää keskeneräiseksi ja näin ollen aiheuttaen korkeuden menettämistä. Kerävaiheessa yleisin virhe on pään vieminen niskan puolelle ja rinnan ulostyöntyminen, joka heikentää kerän “tiukkuutta” ja vaikuttaa negatiivisesti pyörimisnopeuteen. Alastulovaiheen tekniikkavirheet johtuvat usein suurilta osin ponnistusvaiheen ja pyörimisvaiheen virheistä, mutta niistä yleisimpänä voidaan nostaa esiin polvien ja lantion työntyminen eteenpäin, joka altistaa etenkin polvia ja nilkkoja vammoille.

# Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa on koehenkilöinä kaksi eri lajitaustaista miestä. KH1 on 21-vuotias freestyle-laskettelija ja hänellä on taustaa erityisesti nopeusvoimaharjoittelusta. KH1 on pituudeltaan 172 cm ja painoltaan 76 kg. KH2 on 24-vuotias entinen telinevoimistelija. KH2 on pituudeltaan 177 cm ja painoltaan 75 kg. Kumpikin koehenkilöistä osaa subjektiivisen kokemuksensa mukaan takaperinvoltin maassa.

Liikeanalyysi kuvattiin videokameralla kuvataajuudella 50 kuvaa sekunnissa käyttäen resoluutiota 720 x 576. Videokameran valotusaika säädettiin 1/1500. Videon kuvaamisessa käytettiin Skill Capture-ohjelmaa. Videon analysoinnissa ja digitoinnissa käytettiin Skill Spector -ohjelmaa. Kumpikin koehenkilöistä sai n. 8–13 yritystä, joista valittiin parhaan tuntuinen suoritus analysoitavaksi.

Suoritus kuvattiin suoraan koehenkilön sivusta vasemmalta puolelta. Markkereiden paikkoina käytettiin koko vartalon vasemman puolen markkereita (taulukko 1). Leukaan ei laitettu erillistä markkeria, sillä takaperinvoltissa ottaessa ilmassa kerän kiinni, leuka osuu rintaan ja markkeri olisi siinä tiellä. Leuka digitoitiin arvioiden. Kumpikin koehenkilöistä digitoi oman videonsa itse.

TAULUKKO 1. Markkereiden anatomiset sijainnit

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Digitoitava piste | Tarkka sijainti |   |
| Varvas | Isovarpaan kynsi |   |
| Nilkka | Lateraalinen malleoli |  |
| Polvi | Lateraalisen puolen nivelrako |  |
| Lonkka | Trochanter major |  |
| Olkapää | Nivelrako, Deltoideuksen ja Acromion välissä |  |
| Kyynärpää | Kyynärluun ja olkaluun välinen nivelrako |  |
| Ranne | Puolikuuluun päällä kämmenselän puolella |  |
| Sormi | Keskisormen kynsi |  |
| Leuka | Mandiblen uloin anteriorinen osa |  |
| Otsa | Hiusrajassa keskellä otsaa |   |

Kalibrointikehikkona tutkimuksessa käytettiin permannon vieressä ollutta kiinteää patjaa, jonka mitat ovat 292 cm x 192 cm. Kamera aseteltiin paikalleen kohtisuoraan suoritustasoon nähden niin, että kamera oli koehenkilön rinnan korkeudella.

Tutkimuksen tarkoituksena on löytää ja analysoida eri lajitaustaisten koehenkilöiden välillä selkeästi eroavia muuttujia. Tarkasteltaviksi muuttujiksi valitaan takaperinvoltin suorittamisen kannalta tärkeitä tekijöitä (esim. hitausmomentti kerävaiheessa). Lisäksi valitaan selkeästi koehenkilöiden välillä eroavia muuttujia.

# Tulokset

Liikeanalyysin numeeriset tulokset on esitetty taulukossa 2. Analyysissa tarkasteltiin hypyn korkeutta, hitausmomenttia sekä ponnistuksessa että kerävaiheessa, käsivedon liikelaajuutta hartiakulman avulla sekä lantiokulmaa ponnistuksessa.

TAULUKKO 2. Takaperinvoltin muuttujia.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Koehenkilö | Hypyn korkeus (cm) | Hitausmomentti ponnistuksessa (max. arvo)(kg·m²) | Hitausmomentti kerävaiheessa (min. arvo) (kg·m²) |   Hartiakulma ponnistuksessa (max. arvo)(°) | Maksimi lantiokulma(°) |
| 1  | 56,70 | 13,54 | 4,38 | 118,70 | 215,97 |
| 2 | 53,40 | 15,49 | 3,36 | 176,75 | 196,18 |

Koehenkilöiden hypyn korkeus on määritetty lentoajan perusteella käyttäen kuvan 1 mukaista kaavaa. Lentoaika on määritetty koehenkilöiden varpaiden sijainnin y-koordinaatin perusteella (kuva 2). KH1:n hypyn korkeus oli 56,70 cm, kun taas KH2:n hypyn korkeus oli 53,40 cm.



KUVA 1. Hypyn korkeuden kaava. g = gravitaatiovakio, tn = nousuaika (puolet lentoajasta).



KUVA 2. KH1:n hypyn lentoaika. Lentoaika on määritetty x-akselin mukaan, kun y > 0.

KH2:n korkein hitausmomentti (kuva 4) ponnistusvaiheessa oli 15,49 kg·m², kun taas KH1:n 13,54 kg·m² (kuva 3). Hitausmomentin suuruuteen vaikuttaa kappaleen massa ja pituus (eli etäisyys pyörimispisteestä). KH1 (76 kg) on massaltaan jopa hieman suurempi kuin KH2 (75 kg). KH2 suoristi siis vartaloaan enemmän ponnistuksessa, koska hänen hitausmomenttinsa ponnistuksessa on suurempi kuin painavamman KH1:n.



KUVA 3. Hitausmomentti ponnistuksen suoristumisvaiheessa KH1.



KUVA 4. Hitausmomentti ponnistuksen suoristumisvaiheessa KH2.

KH2:n hitausmomentti (kuva 6) oli myös pienempi tiukimmassa kerävaiheessa kuin KH1:n (kuva 5). KH2:n hitausmomentti kerässä oli pienimillään 3,36 kg·m², kun taas KH1:n hitausmomentti oli 4,38 kg·m².



KUVA 5. Hitausmomentti kerävaiheessa KH1.



KUVA 6. Hitausmomentti kerävaiheessa KH2.

KH1:n hartiakulma ponnistusvaiheessa (kuva 7) oli suurimmillaan 118,70°. KH2:n hartiakulma ponnistuksessa (kuva 8) taas oli suurimmillaan 176,75°. On myös silmämääräisesti selvää, että KH1:n kädet eivät suoristu ponnistuksessa pään yläpuolelle niin kuin KH2:lla.



KUVA 7. Hartiakulma ponnistusvaiheessa KH1.



KUVA 8. Hartiakulma ponnistusvaiheessa KH2.

Lantiokulman maksimiarvo (kuva 9) piti selvittää lisäämällä kuvaajan alaspäin kääntyneen huipun arvo (36,53°) koordinaatiston ilmoittamaan maksimiarvoon (179,44°), sillä ohjelmisto ei suostunut antamaan lantion kulmalle arvoja yli 180°. KH1:n lantiokulman maksimiarvo oli 215,97°, kun taas KH2:n lantiokulman maksimiarvo oli 196,18°.



KUVA 9. Lantiokulman maksimiarvo KH1.

# POhdinta

Laskettelijan ja voimistelijan suorituksen tekniset erot näkyivät selkeästi tuloksissa. Takaperinvoltti paikaltaan permannolla on lajinomaisempi liike voimistelijalle (KH2) kuin laskettelijalle (KH1). Takaperinvoltti paikaltaan ei kuitenkaan ole telinevoimistelun kilpailutilanteessa permantosarjassa tehtävä liike, vaan se suoritetaan usein liikesarjan päätteeksi. Täten kansainvälisen voimisteluliito FIG sääntökirjasta ei löydy paikaltaan tehtävään takaperinvolttiin suorituskriteereitä, mutta yleisenä sääntökriteerinä permantosarjassa tehtäville volteille on korkeus ja alastulo. Liian vähäisestä korkeudesta vähennetään 0,1–0,3 pistettä, ja alastulon askelista 0,1–0,5 pistettä ja kaatumisesta 1,0 pistettä. (Federation internationale de gymnastique 2020, MAG Code of Points).

Hypyn korkeudessa koehenkilöillä oli vain 3,3 cm ero. KH1 on tehnyt lähiaikoina enemmän plyometrista- ja voimaharjoittelua, jotka vaikuttavat hyppykorkeuteen (Markovic 2007). Plyometrisen harjoittelun on osoitettu parantavan hyppykorkeutta. Vertikaalisen hypyn korkeus kevennyshypyssä, jossa käytettiin käsien heilautusta apuna, parani plyometrisen harjoittelun seurauksena 7,5 % aiheesta tehdyssä meta-analyysissä (Markovic 2007). Tutkimuksessa myös ehdotettiin, että plyometrinen harjoittelu parantaisi eniten nimenomaan hitaan SSC:n hyppyjä, kuten kevennyshyppyä (Markovic 2007). Ponnistus takaperinvolttiin on lähestulkoon identtinen kuin tutkimuksessa esitelty kevennyshyppy käsien heilautuksella.

KH2:n suurin hitausmomentti ponnistuksessa oli suurempi kuin painavamman KH1:n. Johtopäätöksenä voidaan vetää, että KH2 suoristi kroppaansa ponnistuksessa enemmän, sillä voltin suuntainen hitausmomentti määräytyy kehon painon ja pyörimisakseliin nähden pituuden suhteen, kuten yksiköstäkin nähdään (kg·m²). Suoristumisesta voltin alkuvaiheessa kertoo myös KH2:n suurin lantiokulma 179,44°. KH1:lla lantiokulma taas menee yli suoran linjan (215,97°), mikä kertoo yläkropan taittuvan taaksepäin ennenaikaisesti jalkoihin nähden. Täysi lantion ekstensio on tietenkin ponnistuksessa tärkeää, jotta päästään mahdollisimman korkealle. Sen sijaan lantion yliojentuminen (KH1: 215,97°) tuskin parantaa ponnistusta ja pidentää matkaa, jonka lantion täytyy koukistua tiukan kerän saamiseksi voltin pyörimisvaiheessa.

Voltin pyörimisvaiheen hitausmomentissa oli myös merkittäviä eroja koehenkilöiden välillä. KH1:n pienin hitausmomentti 4,38 kg·m² on huomattavasti suurempi kuin KH2:n 3,36 kg·m². Hitausmomentti on hyvin tärkeä tekijä voltin pyörimisen kannalta. Ponnistuksessa koehenkilö luo itselleen pyörimismäärän takaperinvoltin akselin suhteen (angular momentum), joka pysyy samana koko ilmalennon ajan, sillä ilmassa liikkeeseen ei vaikuta kuin painovoima (Enoka 2008). Pyörimismäärä = hitausmomentti x pyörimisnopeus. Näin ollen, kun hitausmomenttia pienennetään huomattavasti ottamalla keräasento ilmassa, kasvaa pyörimisnopeus samassa suhteessa (Enoka 2008). Pyörimisnopeus määrää sen, kuinka nopeasti voltti pyörii. Näin ollen voidaan todeta, että hitausmomenttien valossa KH2:n takaperinvoltti pyörii kovempaa kuin KH1:n. Täytyy kuitenkin myös muistaa, ettei koehenkilöiden pyörimismäärää ole selvitetty tässä liikeanalyysissä.

Myös silmämääräisesti on selvää, että KH2:n kerä (kuva 6) on tiukempi kuin KH1:n (kuva 5). KH2:n leuka on kiinni rinnassa ja polvet sekä lantio ovat suuremmassa fleksiossa kuin KH1:llä. On myös huomattava, että KH1:n kerän tiukin vaihe on ajoitukseltaan siinä vaiheessa, kun hän on pyörinyt jo yli puoli volttia. KH2:n kerän tiukin vaihe taas on noin neljäsosavoltin kohdalla. Erot saattavat hyvinkin liittyä KH1:n suurempaan lantiokulmaan (215,97°), josta matka tiukkaan kerään on pidempi kuin KH2:lla (179,44°). Koska KH2:n kerän tiukin vaihe on niin paljon aiemmin voltissa, jää hänelle ilmalennossa enemmän aikaa alastulolle.

Koehenkilöiden käsien käytössä ponnistuksen aikana on myös suuria eroja. KH2:n maksimi hartiakulma ponnistuksessa on 176,75°, kun taas KH1:n vain 118,70°. KH2:n kädet siis ojentuvat ponnistuksessa käytännössä suoraksi, kun taas KH1:n kädet nousevat vain osan matkasta. Voimistelussa käsien suoristamista ponnistuksessa kutsutaan käsivedoksi. KH1:n käsiveto jää selkeästi vajaaksi, kun taas KH2:n käsiveto tapahtuu täydellä liikelaajuudella.

Koehenkilöiden välillä saattaa olla merkittäviä eroja sekä maksimi- että nopeusvoiman välillä, mutta takaperinvoltin hyppykorkeudessa ei ole kovinkaan merkittävää eroa, mikä saattaa osittain selittyä merkittävistä eroavaisuuksista tekniikassa. Telinevoimistelussa harjoitellaan paikaltaan takaperinvolttia määrätietoisesti, pyrkien mahdollisimman korkeaan ja nopeasti pyörivään suoritukseen. Mitä korkeammalle voltin ponnistus nousee, ja mitä nopeammin se pyörii, sen aikaisemmin voltin voi avata, jolloin alastulo on helpompi tehdä paikalleen ilman ylimääräisiä askelia. KH2 on näiden tavoitteiden mukaan harjoitellut liikettä johdonmukaisesti, joka mahdollistaa teknisesti “puhtaamman” suorituksen ja siten lähes yhtä korkean voltin KH1:n verrattuna.

KH2 pitää katseensa eteenpäin mahdollisimman pitkään, mikä tuo painopistettä jalkojen päälle, jolloin ponnistus voi suuntautua enemmän ylöspäin. KH1 taas vie päätänsä taaksepäin ponnistuksessa, minkä seurauksena hänen ylävartalonsa seuraa perässä, ja ponnistus suuntautuu enemmän taaksepäin.

Freestyle-laskettelussa sen sijaan harvoin on kiire voltin pyörimisen kanssa, sillä ilmalennot ovat paljon pidempiä kuin voimistelussa. Tärkeämpää laskettelussa on pyöriä rauhassa ja hallitusti ilmassa, sekä koittaa nähdä alastulo mahdollisimman aikaisessa vaiheessa temppua. Kiireettömyyden näkee KH1:n keräasennon hakemisen hitaudessa. KH1:n pää lähtee myös automaattisesti heijaamaan taaksepäin aikaisessa vaiheessa volttia (kuva 7, kuva 9), mikä nähdään hyvin huonona asiana voimistelunäkökulmasta. Laskettelussa sen sijaan alastulon näkeminen melko aikaisessa vaiheessa temppua auttaa hahmottamaan ilmalennon suuruuden ja sen, onko pyörimistä aihetta nopeuttaa tai hidastaa.

Liikeanalyysin tulokset eivät ole yleistettävissä suurelle joukolle. Kummankin lajin edustajia oli tutkimuksessa vain yksi, joten on täysin mahdollista, että havaitut erot ovat henkilökohtaisia, eivätkä liity lajitaustaan lainkaan. Muita virhelähteitä tutkimuksessa on kameran ja kehikon kalibroinnin virheet, sekä digitoinnissa tapahtuneet mahdolliset virheet. Digitoija oli kahden videon välillä eri henkilö, mikä saattaa vaikuttaa tuloksiin.

# LÄHTEET

Enoka, R. M. 2008. Neuromechanics of Human Movement. 4th edition. Champaign, IL. USA: Human Kinetics.

Markovic, G. 2007. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. British Journal of Sports Medicine 2007;41:349-355.

FIG. 2020. Mens’ Artistic Gymnastics, Code of Points. Viitattu 1.12.2021. <https://www.gymnastics.sport/publicdir/rules/files/de_MAG%20CoP%202022-2024.pdf>.