

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Fysioterapeuttikoulutus

Niko Lehtonen  
Miska Rautiainen

ALARAAJOJEN LIIKEHALLINTA JA VOIMANTUOTTO  
Tapaustutkimus 16–17-vuotiailla jalkapalloilijoilla

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2019



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Toukokuu 2019**  
**Fysioterapeuttikoulutus**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600

**Tekijät**

Niko Lehtonen, Miska Rautiainen

**Nimeke**

Alaraajojen liikehallinta ja voimantuotto – Tapaustutkimus 16–17-vuotiailla jalkapalloilijoilla

**Toimeksiantaja**

Fysiotikka

**Tiivistelmä**

Liikehallinnalla tarkoitetaan kykyä hallita kehon eri asentoja ja liikettä. Puutteet liikehallinnassa kasvattavat loukkaantumiseriskiä liikunnassa ja urheilussa. Alaraajojen liikehallinnan merkitys korostuu erityisesti nopeita suunnanmuutoksia, jarrutuksia ja hyppyjä sisältävissä lajeissa.

Tapaustutkimuksena toteutetun opinnäytetyön tarkoituksena oli testata ja kartoittaa nuorten jalkapalloilijoiden liikehallintakykyä ja voimantuottoa hyödyntäen Karelia-ammattikorkeakoululle hankittuja Kistler-voimalevyjä. Tavoitteena oli tehdä havaintoja liikehallinnan ja voimantuoton yhteyksistä. Tutkimukseen osallistui neljä 16–17-vuotiasta miesjalkapalloilijaa. Työssä käytettyjä menetelmiä olivat kliininen tutkiminen, yhden jalan kyykky, staattinen hyppy, kevennyshyppy ja pudotushyppy sekä isometrinen kyykky. Liikehallintaa arvioitiin 2D-liikeanalyysillä käyttäen kolmiportaista asteikkoa. Voimalevyjä käytettiin huojunnan määrän, maan reaktivoimien sekä hyppykorkeuksien mittaamiseen. Isometrisen kyykyn voimantuottoa mitattiin venymäliuska-anturilla.

Puolella testattavista liikehallinta oli selvästi heikommalla tasolla. Eniten puutteita esiintyi pudotushypyissä ja yhden jalan kyykyissä. Selkeimmät virheet ilmenivät lantion sekä nilkkojen ja jalkaterien alueella. Eniten eroja maan reaktivoimassa alaraajojen välillä ilmeni pudotushypyissä. Maan reaktivoimien tai isometrisen maksimi-voiman määrä ei ollut suoraan yhteydessä alaraajojen hallintaan dynaamisten suoritusten aikana. Tutkimuksessa havaittuja ilmiöitä ei voida pitää yleistettävänä. Jatko-tutkimusideana esitetään liikehallinnan testaamista voimalevyillä käyttäen suurempaa otantaa ja esivalintatestejä, joiden perusteella seulotaan selvästi heikon ja hyvän hallinnan omaavia testihenkilöitä. Kehittämiseksi ehdotetaan luotettavan voimalevyillä suoritettavan isometrisen kyykytestausmenetelmän kehittämistä Fysiotikan tarpeisiin.

Kieli  
suomi

Sivuja 53  
Liitteet 5  
Liitesivumäärä 24

Asiasanat  
liikehallinta, voimantuotto, tapaustutkimus



**THESIS**  
**May 2019**  
**Degree Programme in Physiotherapy**

Tikkarinne 9  
FI-80200 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. +358 13 260 600

**Authors**  
Niko Lehtonen, Miska Rautiainen

**Title**  
Lower Extremity Movement Control and Force Production – A Case Study Among 16-17-Year-Old Football Players

**Commissioned by**  
Fysiotikka

**Abstract**

Movement control means the ability to control the positions and movements of the body. Lack of movement control increases the risk of injury in physical exercise and sports. Lower extremity movement control is significant in sports that include fast changes of direction, braking and jumping.

The purpose of the thesis was to test and explore lower extremity movement control and force production in adolescent male football players by using force plates. The aim was to observe the connection between lower extremity movement control and force production. The methods used were the single leg squat, squat jump, counter movement jump, drop jump and isometric squat. Movement control was evaluated with 2D video analysis by using a three-point scale. The force plates were used to measure the amount of sway, ground reaction forces and jump heights. Force production in isometric squats was measured with a strain gauge transducer.

Half of the test subjects had movement control at a reduced level. Most defects appeared in drop jumps and single leg squats. The most apparent defects were shown in the area of hips, ankles and feet. The highest amount of difference in ground reaction forces between lower limbs appeared in drop jumps. Neither the level of ground reaction forces or isometric maximum strength correlated directly with the lower extremity movement control. However, the results cannot be generalized. An idea for further research is to explore movement control using force plates among a larger sample of pre-selected subjects with either poor or good movement control.

**Language**  
Finnish

Pages 53  
Appendices 5  
Pages of Appendices 24

**Keywords**  
movement control, force production, a case study

# Sisältö

Tiivistelmä  
Abstract

1	Johdanto .....	6
2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite .....	7
3	Alaraajojen rakenne ja toiminta .....	7
3.1	Lonkka .....	7
3.2	Polvi .....	9
3.3	Nilkka ja jalkaterä .....	10
4	Lihassoima .....	11
4.1	Lihaksen rakenne ja hermo-lihasjärjestelmän voimantuotto .....	11
4.2	Voimantuottoon vaikuttavat biomekaaniset ominaisuudet .....	12
4.3	Voiman lajit .....	13
4.4	Lihastyötavat .....	15
5	Alaraajojen liikehallinta .....	16
5.1	Liikehallinnan määritelmä .....	16
5.2	Alaraajojen linjaus ja liikehallinta .....	17
5.3	Voimantuoton yhteys liikehallintaan .....	19
5.4	Kineettinen ketju .....	20
6	Testaaminen .....	21
6.1	Yleiset testaamiskäytännöt .....	21
6.2	Testauksen toistettavuus ja tulosten tulkinta .....	21
6.3	Testivälineet .....	22
7	Menetelmät .....	23
7.1	Fysioterapeuttinen kliininen tutkiminen .....	23
7.2	Yhden jalan kyykky .....	23
7.3	Staattinen hyppy .....	24
7.4	Kevennyshyppy .....	25
7.5	Pudotushyppy .....	25
7.6	Isometrinen kyykky .....	26
8	Tulokset .....	28
8.1	Tulosten esitys .....	28
8.2	Pelaaja 1 .....	29
8.3	Pelaaja 2 .....	31
8.4	Pelaaja 3 .....	33
8.5	Pelaaja 4 .....	35
9	Yhteenveto .....	37
9.1	Pelaaja 1: tulosten yhteenveto .....	37
9.2	Pelaaja 2: tulosten yhteenveto .....	39
9.3	Pelaaja 3: tulosten yhteenveto .....	41
9.4	Pelaaja 4: tulosten yhteenveto .....	43
9.5	Johtopäätökset .....	45
10	Pohdinta .....	46
10.1	Tapaustutkimus .....	46
10.2	Opinnäytetyöprosessi .....	47
10.3	Tutkiminen, testaaminen ja käytetyt menetelmät .....	50
10.4	Eettisyys ja luotettavuus .....	51
10.5	Oppimisprosessi ja ammatillinen kasvu .....	52

10.6	Jatkotutkimus- ja kehittämisideat.....	52
	Lähteet.....	53

Liitteet	
Liite 1	Testiprotokolla
Liite 2	Testitulokset
Liite 3	Kyselylomake
Liite 4	Tutkimislomake
Liite 5	Testaus- ja kuvauslupa

## 1 Johdanto

Liikehallintakyky tarkoittaa kehon asentojen ja liikkeiden hallintaa (UKK-instituutti 2018). Puutteet liikehallinnassa yhdistetään riskiin loukkaantua liikunnassa ja urheilussa. Alaraajojen liikehallinnan merkitys korostuu erityisesti nopeita suunnanmuutoksia, jarrutuksia ja hyppyjä sisältävissä lajeissa. (Räisänen, Pasanen, Krosshaug, Vasankari, Kannus, Heinonen, Kujala, Avela, Perttunen & Parkkari 2018; Wong & Hong 2005, 480.) Korkeita maan reaktiovoimia aikaansaavat hyppysuoritukset ovat yhteydessä useisiin alaraajojen liikuntavammoihin, erityisesti nilkan ligamenttivammoihin, polvijännevammoihin sekä eturistisiteen (ACL) repeämiin. Tutkimustiedon mukaan noin 70 % urheilussa tapahtuvista eturistisidevammoista aiheutuu hypyistä huonosti laskeutuessa, ilman suoraa kontaktia toiseen pelaajaan (Steele & Sheppard 2016, 121–129).

Opinnäytetyö toteutetaan tapaustutkimuksena. Työssä testataan ja kartoitetaan nuorten 16–17-vuotiaiden jalkapalloilijoiden alaraajojen liikehallintakykyä ja voimantuottoa. Tutkimuskohteiksi on valikoitu neljä testattavaa. Testitulokset ja aiempi tutkimustieto kootaan yhteen, ja niiden perusteella muodostetaan kokonaiskuva yksilön liikehallinnan tasosta ja voimantuotollisista ominaisuuksista. Pohdinnassa kuvaillaan yksilön suorituskykyä, testauksessa esiintyneitä ilmiöitä sekä tarkastellaan, ilmeneekö suoritusten hallinnan ja yksilön voimantuoton välillä yhteyttä.

Ennen testausta pelaajille suoritetaan fysioterapeuttinen kliininen tutkiminen. Liikehallinnan testeinä toimivat yhden jalan kyykky, staattinen hyppy, kevennys-hyppy sekä pudotushyppy. Liikehallinnan testit suoritetaan kahden Kistler-voimanlevyn päällä, joiden avulla kerätään tietoa huojunnasta, alustaan kohdistuvista reaktiovoimista sekä mahdollisista puolieroista alaraajojen välillä. Iso-metristä voimantuottoa mitataan HUR-Performance Recorder -voimamittauslaitteella. Mittaus tapahtuu modifioidusti yhden ja kahden jalan kyykyssä valjaisiin kiinnitettynä.

## 2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on testata ja kartoittaa nuorten jalkapalloilijoiden liikehallintakykyä ja voimantuottoa sekä kuvailla testauksessa esiintyviä ilmiöitä. Päämääränä on esittää havaintoja ja johtopäätöksiä testattavien liikehallinnasta ja voimantuotosta sekä käsitellä näiden välisiä yhteyksiä. Tarkoituksena on hyödyntää Karelia-ammattikorkeakoululle hankittuja Kistler-voimalevyjä liikehallinnan ja voimantuoton testauksessa.

Tavoitteena on muodostaa testituloksiin ja aiempaan tutkimustietoon perustuva kokonaiskuva jokaisen pelaajayksilön liikehallinnan tasosta ja voimantuotollisista ominaisuuksista. Pyrkimyksenä on tuoda esille, osoittautuuko pelaajan liikehallinnan ja voimantuoton välillä olevan kytköksiä toisiinsa. Henkilökohtaisina tavoitteina on edistää ymmärrystä liikehallinnasta sekä kehittyä voimalevyjen käyttäjänä ja tutkimuksen tekijänä.

## 3 Alaraajojen rakenne ja toiminta

### 3.1 Lonkka

Lonkkanivel on yksi ihmiskehon suurimmista nivelistä. Toiminnaltaan se on moniakselinen pallonivel, jossa reisiluun pää niveltyy syvälle lonkkamaljaan. Lonkkamalja koostuu suoliluun, istuinluun ja häpyluun yhdistelmästä, josta kokonaisuutena käytetään nimitystä lantio. Lonkkaniveltä reunustaa rustoinen pinta eli labrum, joka vakauttaa ja suojelee nivelen toimintaa. Lisäksi niveltä tukee kolme vahvaa ligamenttia ja sitä ympäröi vahva nivelkapseli. Nivelen toimintaan vaikuttavat useat vahvat lihakset, jotka kontrolloivat sen liikkeitä. (Magee 2014, 689.)

**Lonkkaniveltä ojentavia** lihaksia ovat ensisijaisesti gluteus maximus ja hamstring-ryhmän lihakset, joihin kuuluvat biceps femoris, semitendinosus sekä semimembranosus. Gluteus maximus on massaltaan alaraajojen suurin lihas, joka toimii myös oleellisena osana lonkan ulkokiertoa. Lonkan ojennukseen osallistuvat myös gluteus medius-, abductor magnus- ja piriformis -lihakset. (Martin & Kivlan 2011, 376.) Lonkkanivelen ojennuksen liikelaajuus on 20° (Schuenke, Schulte & Schumacher 2015, 436).

**Lonkkanivelen koukistusta** suorittavia lihaksia ovat iliopsoas, rectus femoris, tensor fascia latae (TFL) ja sartorius. Koukistusliikkeen kannalta näistä tärkein on iliopsoas, joka koostuu kahdesta erillisestä lihaksesta; iliacus ja psoas major. Rectus femoris on osa nelipäistä reisilihasta. Sen toinen pää kiinnittyy lonkkanivelen yli suoliluun etukärkeen ja toinen pää patella-jänteen kautta sääriluun kyhmyyn. Supistuessaan se koukistaa lonkkaa ja ojentaa polvea. TFL puolestaan tukee lantiota ja toimii koukistuksen lisäksi lonkan loitontajana ja sisäkiertäjänä. Sartoriuksen tehtävinä on koukistaa, loitontaa ja ulkokiertää lonkkaa sekä koukistaa ja sisäkiertää polvea. (Martin & Kivlan 2011, 375-376.) Lonkkanivelen koukistuksen liikelaajuus on 140° (Schuenke ym. 2015, 436).

**Lonkkanivelen lähentäjiin** lukeutuvat päätoimisina pectineus-, gracilis- sekä adductor brevis-, -longus- ja -magnus -lihakset (Martin & Kivlan 2011, 376; Neumann 2010, 487). Lähentäjähakset ovat aktiivisesti mukana avustamassa muiden lihasten toimintaa useilla eri lonkan liikekulmilla, kuten sisä- ja ulkokiertoa. Osittain tämän vuoksi erityisesti urheilussa ne ovat herkkiä erilaisille revähdysvammoille. (Neumann 2010, 490.) Lonkkanivelen lähennyksen liikelaajuus on 30° (Schuenke ym. 2015, 436).

**Lonkkanivelen loitonnusta** ensisijaisesti aikaansaavia lihaksia ovat gluteus medius, minimus sekä TFL (Martin & Kivlan 2011, 377; Neumann 2010, 494). Loitontajista suurin ja voimakkain on gluteus medius, joka kattaa noin 60 % loitontajien pinta-alasta. Toissijaisiksi loitontajiksi lukeutuvat piriformis ja sartorius. (Neumann 2010, 494.) Lonkan nivelkulma vaikuttaa gluteus mediuksen ja -minimuksen funktioiden osalta niiden rotatooriseen voimantuottoon. Esimerkiksi lonkkanivelen ollessa neutraalissa asennossa gluteus mediuksen takaosan li-



hassäikeet kiertävät reisiluuta ulospäin, kun taas lihaksen keski- ja etuosa toimivat sisäkiertäjinä. Lonkan ollessa koukistettuna kaikki lihaksen osat yhdessä kiertävät reisiluuta sisäänpäin. (Martin & Kivlan 2011, 377.) Lonkkanivelen loitonnuksen liikelaajuus on 50° (Schuenke ym. 2015, 436).

**Lonkkanivelen sisäkiertoa** tuottavat gluteus mediuksen ja minimuksen etuosan lihassäikeet, TFL, adductor longus ja brevis sekä pectineus. Minkään lihaksen ei kuitenkaan ajatella toimivan primääristi sisäkiertäjänä. On myös näyttöä siitä, että lähentäjälihakset osallistuvat sisäkierron tuottamiseen erityisesti lonkan ollessa koukistettuna, jolloin nivelen sisäkierron vääntömomentti kasvaa merkittävästi. (Martin & Kivlan 2011, 379; Neumann 2010, 490.) Lonkkanivelen sisäkierron liikelaajuus vatsallaan mitattuna on 40° (Schuenke ym. 2015, 436).

**Lonkkanivelen ulkokierron** tuottamisesta vastaa kuusi lyhyttä lihasta. Näitä ovat obturator internus ja -externus, gemellus superior ja -inferior, quadratus femoris sekä piriformis. Näiden lisäksi myös kaikkien gluteus-ryhmän lihasten takaosien lihassäikeet toimivat ulkokiertäjinä tietyillä lonkan liikealueilla. Ulkokiertäjälihakset pystyvät toimimaan tehtävässään tehokkaasti, sillä kiinnitystensä ansiosta ne sijaitsevat lähes kohtisuorassa linjassa reisiluun varteen nähden. (Martin & Kivlan 2011, 379; Neumann 2010, 498.) Vatsamakuulla mitattuna lonkkanivelen ulkokierron liikelaajuus on 30° (Schuenke ym. 2015, 436).

### 3.2 Polvi

Polvi on yksi kehon useimmiten vaurioituvista nivelistä. Se rakentuu kahdesta erillisestä nivelestä, jotka sijaitsevat saman nivelkapselin sisällä: tibiofemoraalisesta ja patellofemoraalinivelestä. Tibiofemoraalinivel yhdistää femurin kondylit tibian proksimaalipäähän. Patellofemoraalinivel muodostuu femurin ja sitä vasten liukuvan patellan välille. Yhdessä nilkka- ja lonkkanivelen kanssa polvi tukee alaraajaa ja mahdollistaa ihmisen staattisen pystyasennon. Dynaamisesti polvi toimii liikkeen välittäjänä ja mahdollistaa tuen säilymisen liikkumisen aikana. Polvinivel on monien eri ligamenttien ympäröimä, ja nivelraon yli kiinnittyy useita lihaksia. (Hartigan, Lewek & Snyder-Mackler 2011, 396.)

Reisiluun etupuolella polvinivelen päätoimisena ojentajana toimivat quadriceps-lihaksen eri osat: intermedius-, medialis-, lateralis- ja rectus-reisilihas, joista viimeisin työskentelee myös lonkankoukistajana (Harris-Hayes, Cornbleet & Holtzman 2011, 363; Neumann 2010, 539-540). Koukistuksen liikelaajuus polvella on 120-150° (Schuenke ym. 2015, 449). Polvilumpiota stabiloii sisempi reisilihas, estäen sen liiallista liikettä ja sijoiltaanmenoa. Polven koukistajina toimivat semimembranosus- ja semitendinosus-lihakset sekä biceps femoris. (Harris-Hayes ym. 2011, 363; Neumann 2010, 549-550.) Ojennuksen liikelaajuus on 5-10° (Schuenke ym. 2015, 449).

### 3.3 Nilkka ja jalkaterä

Nilkka käsittää kolme eri nivelpintaa, joissa liikettä tapahtuu kahdella eri akselilla. Tibialis-, talus- ja malleolus lateralis -luut muodostavat kaksi nivelpintaa. Tämä kolmen luun yhdistelmä muodostaa talocrural-akselin, missä liikettä tapahtuu plantaari- ja dorsifleksio-suuntiin. Plantaarifleksion liikelaajuus jalan ollessa muuten rento on 40-50°, ja dorsifleksio on 20-30°. Jalan ollessa alustaa vasten siten, että sille varataan painoa, vaihtelee liikelaajuus 50°- 30°:n välillä. Toinen nilkan liikeakseleista on subtalar-akseli, joka muodostuu calcaneus- ja talus-luiden nivelpinnoista. Liikettä tässä akselissa tapahtuu eversio-suuntaan 10° ja inversioon 20°. (Schuenke ym. 2015, 462.)

**Nilkkaa koukistavia** lihaksia ovat tibialis anterior, extensor digitorum longus, extensor hallucis longus sekä fibularis tertius, jota kutsutaan myös peroneus-nimellä. **Nilkkaa ojentavat** fibularis longus- ja brevis-, triceps surae-, tibialis posterior-, flexor digitorum longus- sekä flexor hallucis longus -lihakset. (Schuenke ym. 2015, 486-490.)

**Jalkaterän** rakennetta ylläpitävistä lihaksista useat ovat samoja nilkkaa koukistavien ja ojentavien lihaksien kanssa. Pitkittäiskaarta ylläpitäviä lihaksia ovat flexor hallucis longus ja flexor digitorum longus. Pääasiallisesti pitkittäiskaarta ylläpitävä rakenne on passiivinen aponeurosis plantaris. (Schuenke ym. 2015, 466.)

## 4 Lihasvoima

### 4.1 Lihaksen rakenne ja hermo-lihasjärjestelmän voimantuotto

Lihaskudos rakentuu lihassoluista, verisuonista ja hermoista. Lihassoluja ja solukimppuja ympäröi kalvo eli fascia. Lihaskudosta on kolmea eri päätyyppiä: poikkijuovainen, joka on tahdonalainen, sekä sydän- ja sileälihas. Poikkijuovainen lihas eli toisin sanoen luurankolihas koostuu lihassolukimpuista ja niiden sisältämistä lihassoluista eli syistä. Koko lihasta ympäröi joustava epimysium-sidekudoskalvo. Epimysium-kalvorakenne verkottuu myös muihin rakenteisiin. Lihassolukimppuja ympäröi perimysium-sidekudoskalvo, ja se sisältää noin 150 lihassolua. Lihassolukimput ovat useita millimetrejä paksuja ja siten selvästi nähtävissä jopa paljaalla silmällä. Keskimääräinen poikkipinta-ala kimpuilla on noin 1 mm<sup>2</sup>. Yksittäistä lihassolua ympäröi kollageenipitoinen endomysium-sidekudoskalvo. Endomysium on sidekudoskalvoista syvin rakenne, joka ympäröi ja tiivistää 200-500 lihassäiettä kimppuihin. Lihaksen kaikkien kalvojen kollageenisäikeet ovat yhteydessä lihaksen päissä oleviin jänteisiin, jotka kiinnittyvät puolestaan luukalvoon. Tästä kiinnityksestä syntyy nimitys luurankolihas. (Schuenke ym. 2015, 56-58.)

Ihmisen luurankolihas voi sukupuolesta riippumatta tuottaa voimaa 16-60 N/cm<sup>2</sup>, keskiarvon ollessa noin 30 N/cm<sup>2</sup>. Tähän vaikuttavat monet tekijät, kuten lihaksen rakenne ja pituus, lihassolujakauma, sidekudos sekä esijännitys ja -venytys. Myös henkilön ikä, sukupuoli ja voimaharjoittelun määrä ovat vaikuttavia tekijöitä. Kaikista suurimmiksi tekijöiksi lihasvoiman muodostumisessa nousevat kuitenkin lihaksen hermotuksen tehokkuus ja lihaksen poikkipinta-ala. Käytännössä, mitä paksumpi ja suurempi lihaksen poikkipinta-ala on, sitä suurempi on sen voimantuotto. (Kauranen & Nurkka 2010, 147-148.)

Keskushermostolla on hyvin oleellinen rooli lihasten tahdonalaisessa voimantuotossa. Se hallitsee voimantuottoa säätelemällä motoristen yksiköiden aktivoitumista. Lihakselle tuleva supistumiskäskey saapuu isoaivojen motoriselta alueelta, kulkiessaan hermoratoja pitkin selkäyttimeen ja siitä motoristen ratojen

kautta lihakseen. (Ahtiainen & Häkkinen 2007, 125-130.) Lihaskoivu muodostuu keskushermoston lihastoiminnan säätelyn ja aktivoitavan lihaskudoksen määrän yhteisvaikutuksesta (Kauranen 2014, 179).

#### **4.2 Voimantuottoon vaikuttavat biomekaaniset ominaisuudet**

Lihasten voimantuotto on riippuvainen erilaisista avaintekijöistä. Näitä ovat voiman tuottamiseen kuluva aika, käytössä oleva nivelkulma sekä venymis-lyhenemissyklus (stretch-shortening cycle). Tuottaessa maksimaalista voimaa mahdollisimman lyhyessä ajassa voidaan lihakselle tai lihasryhmälle määrittää yksilöllinen voima-aika-käyrä. Tällöin käyrän jyrkkyys riippuu merkittävästi siitä, kuinka tehokkaasti ja suurella syttymisfrekvenssillä testattava pystyy kertasuorituksessa rekrytoimaan erityisesti nopeita motorisia yksiköitä. Myös lihassoluja-kaumalla ja lihasjäykkyydellä on vaikutusta käyrän muotoon. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 172.)

Lihaspituuden vaikutuksesta, eli nivelkulmasta käytetään termiä voimanivelkulma-riippuvuus. Lihaskoivenee tuottamaan eniten voimaa lihaskoivun supistuvien yksiköiden eli sarkomeerien keskipituuksilla, jolloin aktiini- ja myosiinifilamenttien välillä olevien poikkisiltojen määrä on suurimmillaan. Liikkuessa lihaskoivut ja nivelten asennot muuttuvat jatkuvasti, minkä vuoksi erilaisissa liikkeissä tuotettu voima riippuu sillä hetkellä työskentelevistä lihaksista ja nivelkulmista. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 172-173.)

Elastisen energian hyödyntämistä voimantuotossa kuvataan käsitteellä venymis-lyhenemissyklus. Lihaskoivun sidekudosrakenteilla sekä aktiini- ja myosiinifilamenttien välisillä poikkisilloilla on kyky varastoida itseensä elastista energiaa. Mikäli aktiivinen eksentrisesti venyttyvä lihas supistuu nopeasti uudelleen konzentrisesti, voidaan varastoitunut elastinen energia hyödyntää lisänä voimantuotossa. Osa lisävoimasta johtuu lihaskoivun elastisista rakenteista ja osa hermoston aktiivisuuden lisääntymisestä reflektorisesti. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 173.)

### 4.3 Voiman lajit

Voimantuotto jaetaan yleisesti eri lajeihin, niiden ominaisuuksien mukaan. Näitä ovat kesto-, maksimi- ja nopeusvoima. Jaottelu tapahtuu hermo- ja lihaskudoksen motoristen yksiköiden rekrytoinnin määrän ja tavan sekä käytettävän energiantuottotavan perusteella. Maksimivoimalla työskennellessä lihaskasvutason ylläpidetään ja voimantuottoaika tällöin noin 1-3 sekuntia. Nopeusvoimassa voimantuottoon käytettävä aika on lyhyt, noin 0,2-0,5 sekuntia ja voimantuottonopeudet ovat suuria. Kestovoiman ollessa kyseessä tiettyä voimatasoa ylläpidetään pidemmän aikaa tai tietyn tasoista lihastyötä suoritetaan peräkkäin useita kertoja verrattain lyhyillä palautumisajoilla. (Häkkinen 2018, 169.) Opinnäytetyössämme mittaamme ja tarkastelemme alaraajojen voimantuottoa maksimi- ja nopeusvoiman osalta.

**Kestovoima** on lihasten kykyä tuottaa lihassupistuksia, tehdä työtä tai ylläpitää tiettyä voimatasoa mahdollisimman kauan tai jonkin tietyn ajan. Kesto- ja maksimivoiman voidaan ajatella edustavan voimajaksumon vastakkaisia ääripäitä. Arjessa kestovoimalla on merkitystä muun muassa asennon ja ryhdin ylläpitämisessä. Näissä suoriutumista määrittävät lihaskasvun kesto- ja maksimivoimain ominaisuudet. Kestovoimaa voidaan mitata toistomaksimitesteillä tai dynaamisilla toistotesteillä, joissa suoritus-aika on rajattu sekä isometrisillä kesto- ja maksimivoimatesteillä, jolloin tiettyä lihaskasvutason ylläpidetään tietty aika tai niin pitkään, kunnes suoritusta ei voida enää jatkaa lihaskasvun vuoksi. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 217-218.)

**Maksimivoimassa** on kyseessä suurin voimataso, jonka lihas tai lihasryhmä kykenee tuottamaan kertakasvutuksella ilman, että tähän kulunut aika olisi rajoitettava tekijä. Maksimaalista tuotettua voimaa ilmaistaan Newtonina (N), kilogrammoina (kg) tai vääntömomenttina eli Newtonmetreinä (Nm). Maksimaalisen voiman tuottamiseen kestää staattisella tai dynaamisella lihastyöllä noin 0,5-2,5 sekuntia. Tähän vaikuttavat lihastyötapa, voimaa tuottava lihasryhmä sekä testattavan harjoitustausta, sukupuoli ja ikä. Testitilanteessa edellytyksenä maksimivoiman tuottamiselle on testiliikkeiden osaaminen. Myös voimantuoton koh-

distumista mittausantureihin nähden on oleellista kontrolloida. (Ahtiainen & Häkkinen, 182.)

Maksimaalista isometristä voimantuottoa voidaan mitata erilaisilla dynamometreillä erittäin tarkasti tietyn lihaksen tai lihasryhmän osalta tietyllä nivelkulmalla. Isometrisen voimantuoton mittaamisen etuina ovat muun muassa hyvä toistettavuus sekä testauksen helppous ja turvallisuus. Mitattaessa tulee olla erityisen tarkka nivelkulmien vakioinnissa. Isometrinen voimantuotto on spesifiä mitattavalle lihasryhmälle ja käytetylle nivelkulmalle. Isometrinen maksimivoima on myös suuresti riippuvainen lihasten poikkipinta-alasta. Isometristen voimatesien mittaustulosten yleistettävyyys koko kehon voimantuottoon tai dynaamisiin suorituksiin on rajoitettua, sillä dynaaminen ja isometrinen suoritus poikkeavat toisistaan mekaanisesti ja hermostollisesti. (Ahtiainen & Häkkinen, 182-183.)

**Nopeusvoimalla** tarkoitetaan hermo-lihasjärjestelmän kykyä tuottaa mahdollisimman suuri voima mahdollisimman nopeasti tai maksimaalisella nopeudella. Hermoston kyky aktivoida lihasten motoristen yksiköiden toimintaa vaikuttaa merkittävästi nopeusvoiman suuruuteen. Motoristen yksiköiden toimintaan vaikuttavat niiden rekrytointi, syttymisnopeus ja syttymisen ajoittuminen. Myös välittömien energianlähteiden, adenosiinitrifosfaatin (ATP) käyttönopeudella on merkitystä, joskin energian saatavuus ei yleensä nouse nopeusvoimansuoritusta rajoittavaksi tekijäksi. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 196.)

Testausopillisesti nopeusvoima voidaan jakaa lähtövoimaan, räjähtävään voimaan ja isoinertiaaliseen voimaan. Lähtövoimassa suurin voima tuotetaan hyvin nopeasti suorituksen alussa, kuten ensimmäisten 30 ms:n aikana. Motoristen yksiköiden rekrytointi vaikuttaa lähtövoiman suuruuteen lihassupistuksen alkuvaiheessa. Tämän seurauksena suorituksesta tulee tehokkaampi. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 196.)

Räjähtävässä voimassa on kyseessä hermo-lihasjärjestelmän kyky jatkaa jo aloitettua lihastyötä niin nopeasti kuin mahdollista. Dynaamisessa suorituksessa räjähtävää nopeusvoimaa kuvataan voimantuottonopeuden maksimilla (rate of force development). Mikäli suorituksessa käytettävä ulkoisen kuorman määrä

on alhainen, tarvitaan suurta lähtövoimaa. Ulkoisen kuorman kasvaessa räjähtävän voiman merkitys korostuu. Mitä suuremmaksi ulkoinen kuorma kasvaa, sitä enemmän myös maksimivoiman rooli voimantuotossa lisääntyy. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 196.)

Isoinertiaalisessa voimassa voimantuotto tapahtuu reaktiivisesti luonnollisen liikkeen aikana, eli hyväksikäyttäen lihaksen venymis-lyhenemissyklusta. Tehokas venytysrefleksien toiminta mahdollistaa suuremman lihasjäykkyyden, jonka avulla elastista energiaa voidaan tehokkaammin varastoida ja käyttää hyödyksi liikkeen suorittamisessa. Isoinertiaalista ja reaktiivista voimantuottoa voidaan mitata kestoaltaan lyhyissä suorituksissa, joissa käytetään kehonpainoa tai vain pientä lisäkuormaa. Esimerkkejä isoinertiaalista voimantuottoa hyödyntävistä suorituksista ovat erilaiset hyppyt, loikat ja heitot. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 197.)

#### **4.4 Lihastyötavat**

Lihaksen tuottama voima vaikuttaa ympäristöön erilaisilla tavoilla, riippuen käytössä olevasta työtavasta. Karkeasti jako voidaan tehdä dynaamisen ja staattisen työtavan välillä. Dynaamisessa lihastyötavassa lihaksen pituus lyhenee tai pitenee, kun vastakohtaisesti staattisessa työtavassa lihaksen pituus pysyy muuttumattomana. (Kauranen 2014, 219.)

Lihaksen pituuden lyhenemistä työn aikana kutsutaan konsentriseksi lihastyötavaksi. Puolestaan lihaksen pituuden kasvamisesta työn aikana käytetään nimitystä eksentrisen lihastyötapa. Dynaamisen lihastyön muodot voidaan vielä jakaa tapahtuvan variokinemaattisesti tai isokinemaattisesti. Variokinemaattisessa tavassa lihaksen pituuden muutosnopeus ja liikutettavan nivelen kulmanopeus vaihtelevat liikkeen aikana. Isokinemaattisessa tavassa nämä tekijät pysyvät samoina lihastyön aikana. (Kauranen 2014, 219.)

Staattisesta lihastyöstä käytetään myös nimitystä isometrinen lihastyö. Tässä työtavassa lihaksen ulkoinen pituus ei muutu edes lihasjännityksen vaihdellessa. Mikäli myös lihasjännitys pysyy samana, käytetään tästä nimitystä isotooninen lihastyö. (Kauranen 2014, 219.)

## **5 Alaraajojen liikehallinta**

### **5.1 Liikehallinnan määritelmä**

Liikehallinnalla (movement control) tarkoitetaan kykyä hallita kehon eri asentoja ja liikettä (Rinne 2012, 99). Liikehallintakyvystä käytetään myös nimitystä motorinen kunto (Suni & Vasankari 2011, 36) tai liikekontrolli, kuten Hannu Luomajoki termin esittää kirjassaan Liikkeen ja liikekontrollin häiriöt (Luomajoki 2018). Liikehallinnan kokonaisuus muodostuu siihen vaikuttavien aistien, hermoston ja lihasten yhteistyöstä. Lähtökohdat liikehallinnalle ovat yksilön aiemmat kokemukset sekä kyky ennakoida tulevia tilanteita. Liikehallinta mahdollistaa sujuvan ja nopean liikkumisen sekä liikkeiden suorittamisen tilanteeseen sopivalla ja tarkoitettulla tavalla. Liikkeiden hallinta tapahtuu ennakoivien (proaktiivisten) ja palautetta antavien (reaktiivisten) mekanismien avulla. (Rinne 2012, 99.)

Ennakoivan säätelyn avulla jo ennen liikkeen suorittamista osa asentoa ylläpitävistä lihaksista aktivoituu. Osa puolestaan aktivoituu samaan aikaan liikettä aikaansaavien lihasten kanssa. Reaktiivisessa liikkeiden säätelyssä lihasten toiminnan muutokset suoritetaan tapahtumahetkellä aistinelimistä saadun sensorisen tiedon perusteella. Useat arkielämän tilanteet vaativat näiden toimintojen hyödyntämistä. Näistä on esimerkkinä liukastuminen. Liukastuttaessa kaatuminen pyritään välttämään tasapaino- ja suojareaktioilla aikaansaaduilla liikkeen korjauksilla. (Rinne 2012, 99.)

Keskushermosto saa tietoa eri aistijärjestelmien kautta. Se kokoaa tiedot yhteen, analysoi ne ja tekee arvion ympäristön asettamista vaatimuksista liikkeen suorittamiseksi sekä siitä, miten liike vaikuttaa ihmiseen ja ympäristöön. Tämän



perusteella hermostollinen ohjaus tuottaa tilanteeseen sopivan liikkeen. (Rinne 2012, 99.)

Liikehallintakyvyn osatekijöitä ovat tasapaino, reaktiokyky, koordinaatio, ketteryys ja liikenopeus, jotka vaikuttavat oleellisesti liikuntaelimistön toimintakykyyn. Tasapainoon vaikuttavat yksilön fysiologisten ominaisuuksien lisäksi ympäristö, aiemmat kokemukset sekä suoritettava tehtävä vaatimuksineen. (Rinne 2012, 106-112.)

## **5.2 Alaraajojen linjaus ja liikehallinta**

Pystyasennossa alaraajojen optimaalinen frontaalitason linja kulkee lonkkanive-  
len kantavalta pinnalta polven, nilkan ja toisen varpaan keskiosien ylitse. Ihan-  
teellinen linjaus syntyy luisten rakenteiden ollessa optimaaliset ja lihastasapai-  
non ollessa riittävällä tasolla. Lisäksi dynaamisissa liikkeissä vaaditaan hyvää  
hallintaa. (Sandström & Ahonen 2011, 278.)

Erilaiset linjaushäiriöt ilmenevät poikkeamina optimilinjasta. Poikkeamat voivat  
johtua rakenteellisista syistä, jolloin eri rakenteissa voi syntyä kompensatorista  
käyttäytymistä ja kuormitusmuutoksia. Lonkan kaulan kulmapoikkeamat vaikut-  
tavat aina alaraajan linjaukseen ja lantioon kohdistuvaan tukeen. Poikkeavan  
suuressa lonkkanive-  
len anteversio-asennossa linjausta pyritään usein korjaa-  
maan kääntämällä jalkaterää sisäänpäin. Vastakohtaisesti retroversio-lonkassa  
jalkaterä kääntyy ulospäin. Molemmissa tapauksissa massakeskipisteen liike  
suhteessa jalkaan muuttuu, mikä aiheuttaa kuormitusmuutoksia koko alaraajan  
suljetussa kineettisessä ketjussa. (Sandström & Ahonen 2011, 280-282.)

Puutteet liikehallinnassa lisäävät riskiä loukkaantua liikunnassa ja urheilussa,  
kay ilmi Räsänen väitöstutkimusta käsittelevästä artikkelista. Väitöstutkimus  
tutki suomalaisten nuorten liikuntavammojen yleisyyttä sekä analysoi polven  
hallintaa liikuntavammojen riskitekijänä. Väitöstutkimuksen osatöitä oli neljä ja  
tutkimuskohteina oli suomalaisia nuoria eri urheilulajien harrastajia. (Räsänen  
2018, 22-23.) Alaraajojen liikehallinnan merkitys korostuu erityisesti nopeita

suunnanmuutoksia, jarrutuksia ja hyppyjä sisältävissä lajeissa, joissa polvivammojen riski on korkeampi (Pasanen & Leppänen 2018).

Heikentynyt liikehallinta altistaa polvien dynaamiselle valgusliikelle eli sisään-päin kääntymiselle, mikä lisää eturistisidevamman riskiä (Numata, Nakase, Kitaoka, Shima, Oshima, Takata, Shimosaki & Tsuchiya 2018; Krosshaug, Nakamae, Boden, Engebretsen, Smith, Slauterback, Hewett & Bahr 2007; Hewett, Myer, Ford, Heidt, Colosimo, McLean, van den Bogert, Paterno & Succop 2005). Eturistisiteen vaurioitumisen riskiä lisää myös hypystä laskeutuminen jäykästi, pienemmällä polvien fleksioliikkeellä, jolloin myös niveliin kohdistuva maan reaktivoima on suurempi (Pasanen & Leppänen 2017). Laajassa hyppy-suorituksen kinetiikkaa ja kinematiikkaa käsittelevässä kohorttitutkimuksessa pienemmän polven fleksiokulman hypystä laskeutuessa todettiin kasvattavan riskiä myös patellofemoraalisen kipusyndroomaan kehittymiseen. Tälle altistavat myös rakenteelliset seikat: lonkkien sisäänkiertyneisyys, suurentunut Q-kulma sekä navicularen hypermobilitaetti. (Boling, Pradua, Marshall, Guskiewicz, Pyne & Beutler 2009.)

Journal of orthopaedic & sports physical therapy -lehdessä huhtikuussa 2019 julkaistussa artikkelissa heikolle liikehallinnalle ominaisina pidettyjä, kuormituksen aikana ilmeneviä lantion ja polven alueen kompensatorisia liikkeitä käsitellään erilaisesta näkökulmasta. Artikkelissa dynaamisen polven valgusliikkeen esitetään olevan luontainen ja tarpeellinen reagoititapa vastineena liikkeestä aiheutuneille maan reaktivoimille. Usein kontaktin aikana lantion alueella kolmessa liiketasossa tapahtuvista liikkeistä kirjoittajat käyttävät kuvausta pelvic pronation eli lantion pronaatio. Lantion pronaation kerrotaan tapahtuvan osana moninaista järjestelmää, eikä yksittäisenä tapahtumana, joka voisi ennustaa riskiä loukkaantua (Dischiavi, Wright, Hegedus & Bleakley 2019.)

Monissa urheilulajeissa keholta vaaditaan optimilinjauksen uhraamista. Näistä on esimerkkinä pujottelu tai mikä tahansa laji, jossa vaaditaan nopeita leikkaavia suunnanmuutoksia. Näissä olosuhteissa polvi pakotetaan hetkellisesti valgus-asentoon osana harjoiteltua suoritusta. Tällöin polvelta vaaditaan riittävää rakenteellista vakautta ja dynaamista kontrollia, jotta liialliselta kuormitukselta vältytään. (Mallac & Joyce 2016, 323.)

### 5.3 Voimantuoton yhteys liikehallintaan

Tutkimustieto alaraajojen hallinnan kannalta usein tärkeinä pidettyjen lantion alueen lihasten merkittävydestä on ristiriitaista. Kattavaa ymmärrystä lonkka- ja polviniveltä liikuttavien lihasten voimatasojen yhteydestä alaraajojen dynaamiseen hallintaan ei ole. (Dix, Marsh, Dingenen & Malliaras 2018.) Vuonna 2006 Claibornen, Ghandin ja Pinciveron tutkimuksessa merkittävimmiten polven frontaalilinjan liikkeen kannalta ilmenivät lonkan loitonuusvoima, polven ojennus- ja koukistusvoima sekä lonkan sisäkiertovoima. Voimatasojen kasvaessa polven liike valgussuuntaan väheni. Tutkimuksessa analysoitiin yhden jalan kyykkysuorituksia 3D-liikeanalyysin avulla. Tutkimusjoukkona oli terveitä henkilöitä, 15 naista ja 15 miestä. (Claiborne, Ghandi & Pincivero 2006.)

Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa heikkojen lonkan loitontajien ja ulkoikiertäjien yhteyttä kasvavaan polvien valgukseen ei voitu osoittaa yhdenpitävästi, joskin osassa tutkimuksista viitteitä tähän havaittiin. Katsauksessa oli mukana 11 tutkimusta, joista voimatasojen ja polven valguksen välinen yhteys löytyi neljässä tutkimuksessa. Lisäksi yhdessä tutkimuksessa tulos oli muista päinvastainen. Kriteereinä valituille tutkimuksille oli englannin kieli, videoanalyysin käyttö, statistinen analysointi lihasvoimien mittaaminen -goniometrillä sekä tutkimuskohteina terveet henkilöt. (Cashman 2012.)

Toisessa lonkan alueen lihasvoimien ja polvien dynaamisen valguksen yhteyttä tarkastelevassa kirjallisuuskatsauksessa yhteyden todetaan olevan riippuvainen vaaditusta liikesuorituksesta. Katsauksessa oli mukana 18 tutkimusta, joista kahdeksassa ilmeni yhteys heikentyneen voimantuoton ja kasvaneen valgus-

kulman välillä. Tutkimusjoukko oli rajattu koskemaan oireettomia naishenkilöitä. Voimantuoton vaikutus hallintaan näkyi yhden jalan ballistisissa suorituksissa, mutta ei kahden jalan hypyissä tai yhden jalan kyykyssä. (Dix ym. 2018.)

#### 5.4 Kineettinen ketju

Dynaamisissa liikesuorituksissa maan reaktivoimien absorboimiseksi kineettisen ketjun eri osilta vaaditaan myötäliikekykyä ja eksentristä lihasvoimaa (taulukko 1). Hypystä laskeutuessa jalkojen osuessa maahan tulee tapahtua tarkoituksenmukainen määrä subtalaarinivelten pronaatiota, nilkkojen dorsifleksio sekä polvien ja lonkkanivelten fleksio. Näiden nivelten liiallinen liike ja ”pettäminen” puolestaan aiheuttaa tarkoituksetonta liikehdintää kehossa, jolloin esimerkiksi uudestaan ponnistamiseen käytettävää liike-energiaa vuotaa hukkaan. Mikäli nivelet ovat kontaktin aikana vastaavasti liian jäykkiä, kuormittaa liike-energia lihasten sijaan nivelpintoja. Tämä saattaa johtaa nivelpinnan ennenaikaiseen rappeutumiseen. (Mallac & Joyce 2016, 322)

Taulukko 1. Lihakset, joilta vaaditaan eksentristä lihastyötä maan reaktivoimien absorboimiseksi

Nivel	Lihakset
Lonkka	Pakara- ja syvät kiertäjälihakset
Polvi	Nelipäinen reisilihas, pakaralihakset, polvitaivelihäs
Nilkka	Leveäkantalihas, peroneus lihakset
Subtalaari	Etummainen sääriilihas, pitkät varpaiden koukistajaliihakset

(Mukailtu: Sports injury prevention and rehabilitation, Mallac & Joyce 2016, 324)

## 6 Testaaminen

### 6.1 Yleiset testaamiskäytännöt

Ennen testaukseen saapumista testattavaa informoidaan testin tarkoituksesta, siihen valmistautumisesta sekä terveydentilavaatimuksista. Ennen testausta testattavalta kysytään tietoja terveydentilasta, elintavoista ja mahdollisesta lääkityksestä. Yleisessä hyvässä testaamiskäytännössä testattavan edellytetään allekirjoittavan informaatiota sisältävän suostumuslomakkeen ennen testeihin osallistumista. (Kallinen, Kujala & Tikkanen 2018, 37.)

Testattaessa hermo-lihasjärjestelmää on Ahtiaisen ja Häkkisen mukaan huomioidava seuraavat kontraindikaatiot testien suorittamiseen: kipu, turvotus, instabiili nivel tai voimakas liikerajoitus nivelessä. Myös akuutti sairaus tai sairauden toipumisvaihe on esteenä testin suorittamiseen. Kyseiset vasta-aiheet vaikuttavat alentavasti hermo- lihasjärjestelmän kykyyn tuottaa voimaa. Testiolosuhteiden on oltava turvalliset ja testaamisen tulee perustua vapaaehtoisuuteen. (Ahtiainen & Häkkinen 2004, 125-135.)

### 6.2 Testauksen toistettavuus ja tulosten tulkinta

Testauksen toistettavuuteen vaikuttaa suuresti yksilön harjoitustausta. Lisäksi motoriset taidot, lihassolujakauma ja hormonitoiminta vaikuttavat yksilön testituloksiin. Myös vuorokauden tai vuodenajan vaikutus testattavan toimintakykyyn on otettava huomioon testejä järjestettäessä. Edellisten päivien kuormitus, ravinto ja nesteytys sekä mahdollisesti käytössä oleva lääkitys täytyy ottaa huomioon testejä järjestettäessä. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 178-179.)

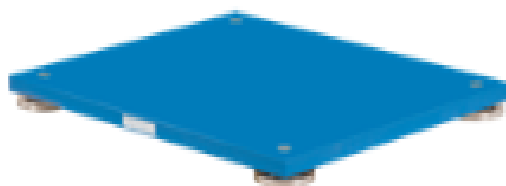
Testaajan täytyy tietää testin tarkoitus, testattavan toimintakyky ja testilaitteiston toiminta. Testien ohjeistuksen tulee olla selkeä. Ohjeistuksen ja motivoinnin on oltava samanlainen kaikilla testikerroilla ja kaikille testattaville. Myös testattavan turvallisuudentunne vaikuttaa testin toistettavuuteen. Testien oikeanlainen suo-

ritustapa on testaajan vastuulla, ja testaajan on kontrolloitava mahdollisten virheellisten suoritusten hylkääminen. Testausolosuhteiden ja testilaitteiden vaikutus toistettavuuteen on laboratiivisissa olosuhteissa pieni, kun otetaan huomioon ilmankosteus ja lämpötila sekä testitilan häiriöttömyys ja soveltuvuus testaukseen. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 178-179.)

Testitulosten tulkinnassa yksittäisestä testituloksesta ei tule tehdä liian pitkälle meneviä johtopäätöksiä, vaan testituloksia tulee tarkastella kokonaisuutena. Tulosten tulkinnassa ja tuloksia vertaillaessa täytyy muistaa testattavan koon ja sen myötä lihasten poikkipinta-alan vaikuttavan voimantuoton suuruuteen. Tämän vuoksi. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 181.)

### 6.3 Testivälineet

Opinnäytetyössä on käytetty kahta Kistler 9260AA –voimalevyä (kuva 1). Kyseessä on monikomponenttinen alumiinilla päällystetty mittaamiseen suunniteltu levy, kooltaan 600 x 500 mm. Levyn päällyys on viimeistelty liukkautta estävällä materiaalilla. Mittausalueen laajuus on 0-5000 N. Levy kestää staattisena kuormana 8000 N:n painon sekä impulssina vieläkin enemmän. Voimalevy mittaa kosketuksesta syntyvät voimat, momentit sekä paineen keskustan. Mittaustapa voimalevyissä perustuu 3-komponenttisiin pietsosähkökide-voima-antureihin, jotka sijaitsevat levyn kulmissa, ja yhteensä niitä on neljä. Pietsosähköisten voima-antureiden etuihin kuuluu suuri mittaustarkkuus ja herkkyden vakaus pitkälläkin aikavälillä. Voimalevyjen mittaama data siirtyy sähköisesti vahvistimen kautta parametreina tietokoneelle, jossa tuloksia tarkastellaan ohjelmiston avulla. (Kistler group 2009, 1-5.) Opinnäytetyössä käytössä oli MARS-ohjelmisto.



Kuva 1. Kistler voimalevy 9260AA (Kuva: mukailen Kistler group 2009).

Isometrisissä voimatesteissä mittausvälineenä on käytetty HUR-Labsin Performance Recorder -mittalaitetta, joka on modifioidusti yhdistetty venymäliuskaanturiin. Anturi mittaa voimaa tarkasti 0-500 kg:n välillä. Testin aikana korkein tuotettu voima näkyy mittalaitteen digitaalisella näytöllä. Tulokset voi yhdistää digitaaliselta näytöltä myös tietokoneella olevaan ohjelmistoon, mikä mahdollistaa testitulosten tallentamisen ja myöhemmän analysoinnin. (HUR Labs 2014, 6.) Videoinnissa on käytetty tietokoneeseen yhdistettyä Logitech Carl Zeiss Tessar HD 1080p -web-kameraa.

## **7 Menetelmät**

### **7.1 Fysioterapeuttinen kliininen tutkiminen**

Fysioterapeuttinen kliininen tutkiminen sisältää pystyasennon havainnoinnin sekä alaraajojen nivelten aktiivisten liikkuvuuksien mittaamisen. Pelkästään polven fysioterapeuttisessa tutkimuksessa on kokonaisuutta tarkasteltava myös lantion, nilkan ja jalkaterän osalta (Harris-Hayes ym. 2011, 357).

Opinnäytetyössä tutkiminen aloitetaan pelaajan ollessa pystyasennossa. Kokonaisryhtiä arvioidaan edestä, takaa ja sivuilta. Tarkastelun kohteina ovat harjarengas, selkäranka ja erityisesti lantion, polvien, säären ja nilkkojen sekä jalkaterien asennot. Alaraajan liikkuvuuksien mittaaminen suoritetaan hoitopöydän päällä goniometriä käyttäen. Aktiiviset liikeradat mitataan seuraavista kohteista: nilkkojen dorsi- ja plantaarifleksio, polvien fleksio ja ekstensio, lonkkien fleksio, ekstensio, abduktio, adduktio sekä sisä- ja ulkorotaatiot.

### **7.2 Yhden jalan kyykky**

Yhden jalan kyykky (single leg squat) on yleinen testi, ja sitä käytetään laajasti urheilijoiden alaraajojen hallintaa testattaessa. Testin on todettu olevan luotettava väline alaraajan linjauksen havainnointiin, ja sitä suositellaan käytettäväksi

urheilutestauksessa. (Strensrud, Mykelbust, Kristianslund, Bahr & Krosshaug 2010.)

Alkuasennossa testattava seisoo voimalevyn keskellä yhdellä jalalla, vapaan alaraajan polvi on koukussa toisen alaraajan vieressä, kädet lantiolla ja katse eteenpäin. Ennen testisuorituksia testattava tekee kaksi harjoitussuoritusta molemmilla jaloilla. Testissä suoritetaan kolme 60°:n kyykkyliikettä ensiksi oikealla jalalla ja sen jälkeen vasemmalla jalalla hyväksytysti. Polvikulma vakioidaan kuminauhoilla telineisiin kiinnitetyn kepin avulla, johon testattavan istuinkyhmyt koskettavat suorituksessa. Testisuoritusten välinen palautusaika on yksi minuutti. Suorituksista arvioidaan videokuvan perusteella testattavan alaraajan liikehallintaa. Voimalevyllä mitataan huojunnan määrä.

### **7.3 Staattinen hyppy**

Vertikaaliset hyppytestit ovat yksinkertaisia toteuttaa, minkä ansiosta ne ovat helposti toistettavia testimenetelmiä. Staattinen hyppy tai toiselta nimeltään kyykkyhyppy (squat jump) on yksi yleisimmistä nopeusvoiman mittaamiseen käytetyistä testeistä. Testiä käytetään konsentrisen voimatuoton mittaamiseen, josta kertovat hypyn lentoaika ja siitä laskettava testattava kehon painopisteen nousukorkeus. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 198-200.) Staattinen hyppy on luotettava menetelmä alaraajojen räjähtävän voimantuoton mittaamiseen (Markovic, Dizaj, Jukic & Cardinale 2004).

Testisuorituksessa testattava laskeutuu rauhallisesti lähtöasentoon, jossa polvinivelet ovat 90°:n kulmassa, kädet ovat lantiolla ja selkä suorana. Elastisen energian minimoimiseksi lähtöasennossa pysytään 2-3 sekuntia. Tämän jälkeen suoritetaan maksimaalinen ponnistus suoraan ylöspäin ilman käsien tai vartalon avustavaa liikettä. Alastulo tapahtuu päkiöille polvien ollessa suorina. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 200.) Testisuoritusten välillä käytetään yhden minuutin palautumisaikaa. Polvikulma vakioidaan kuminauhoilla telineisiin kiinnitetyn kepin avulla, johon testattavan istuinkyhmyt koskettavat suorituksen aikana.



## 7.4 Kevennyshyppy

Kevennyshyppy (countermovement jump) on tutkimusten mukaan helposti toistettava ja luotettava testi mittaamaan alaraajojen räjähtävää voimaa (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 200; Markovic ym. 2004). Konsentrisen voimantuoton lisäksi kevennyshypyn tulokseen vaikuttavat hermo-lihasjärjestelmän kyky hyödyntää ennen ponnistusta tapahtuvaa esivenytystä. Lihasten ja jänteiden passiivisten rakenteiden (lihaskalvot, poikkisillat) jäykkyys ja elastisuus voivat vaikuttaa tehostavasti hyppysuoritukseen. Kevennyshypyn ja staattisen hypyn välisen suhteen on yleisesti ajateltu kertovan testattavan elastisuudesta, mutta kriittisen arvioinnin perusteella se ei ole ainoa tekijä selittämään eroa suoritusten välillä. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 198.)

Alkuasennossa testattava seisoo pitäen kädet lanteilla. Annetusta merkistä testattava laskeutuu nopeasti 90° kulmaan selkä suorana ja ponnistaa maksimaalisesti ylöspäin pitäen kädet lanteilla ja selän suorana. Alastulo tapahtuu päkiöille polvien ollessa suorina. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 200.) Polvikulma vakioidaan kuminauhoilla telineisiin kiinnitetyn kepin avulla, johon testattavan istuin-kyhmyt koskettavat suorituksen aikana.

## 7.5 Pudotushyppy

Pudotushyppy (drop jump) on staattista ja kevennyshyppyä haastavampi ja tehokkaampi testisuoritus. Fyysisen ja teknisen haastavuutensa vuoksi se ei kuitenkaan ole yhtä helposti toistettavissa kuin staattinen ja kevennyshyppy. Pudotushyppy mittaa samoja ominaisuuksia kuin kevennyshyppy. Se sopi erityisesti iskunsietokyvyn ja räjähtävän voimantuoton mittaamiseen. Mitä parempi iskunsietokyky testattavalla on, sitä korkeammalta hän pystyy saavuttamaan parhaan pudotushyppytuloksensa. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 201.) Pudotushyppy sopii käytettäväksi myös urheilijoiden alaraajojen liikehallinnan testaamiseen (Strensrud ym. 2010).

Testissä testattava pudottautuu ennalta määritetyltä korkeudelta ja laskeutessaan pyrkii ponnistamaan räjähtävästi suoraan ylöspäin. Suorituksen aikana kädet tulee pitää lanteilla ja selkä suorana. Riippuen suoritustavasta, testissä voidaan korostaa joko pohjelihaksiston tai polven ojentajien lihastyötä. Alastulon tapahtuessa päkiöiden varassa polvet lähes suorina, korostuu pohjelihasten eksentris- konsentrisen voimantuotto. Mikäli alastulo suoritetaan tasajaloille polvien ollessa valmiiksi 90° kulmassa, korostuu suorituksessa polvien ojentajien voimantuotto. Molemmissa suoritustavoissa kontaktiajan tulisi olla lyhyt (alle 200-300 ms), jotta konsentrisen voimantuoton osuus suorituksessa ei kasva liian suureksi ja vääristä tarkasteltavia ominaisuuksia. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 201.) Suorituksessa käytettävää polvikulma ei ole vakioitu. Opinnäytetyössä testattavaa on ohjeistettu suorittamaan hyppy mahdollisimman nopeasti.

## 7.6 Isometrinen kyykky

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mukaan isometrinen kyykky on luotettava ja validi testausmenetelmä alaraajojen voimantuoton mittaamiseen. Testin toistettavuuden varmistamiseksi käytettävän testiprotokollan huolellinen dokumentointi on ensiarvoisen tärkeää. Yleisesti isometrisissä moninivel-testeissä käytetään 5 sekunnin suoritusaikaa ja 2-3 suorituskertaa. Suoritusten välissä palautumiseen käytetään aikaa 3-5 minuuttia. (Drake, Kennedy & Wallance 2017.) Isometrisen kyykyn voimantuoton huippuarvot (peak force) korreloivat myös vahvasti kevennyshypyssä tuotettavien huippuarvojen kanssa (Stephenson, Fisher, Graves, Hinshaw & Dai 2015). Isometristen yhden jalan kyykyn tulosten tarkastelussa on luotettavinta keskittyä tuotetun huippuvoiman tarkasteluun (Bishop, Read, Lake, Loturco, Dawes, Madruga, Romero-Rodrigues, Chavada & Turner 2019).

Opinnäytetyössä testi on toteutettu valjaisiin puettuna. Valjaisiin on kiinnitetty ketju, jonka toinen pää on kiinnitetty alla olevaan vanerialustaan. Valjaiden ja alustan väliin on liitetty venymäliuska-anturi, joka mittaa suorituksessa tuotettua voimaa. Polvikulman säätö 60°:seen on toteutettu kiinnitysketjun pituutta säätämällä ennen testauksen aloittamista. Testisuoritukset on suoritettu seisten vasemmalla jalalla, oikealla jalalla sekä kahdella jalalla edellä mainitussa järjes-

tyksessä. Jokaisessa vaiheessa on kaksi suoritusta ja suoritusten välissä on kolmen minuutin palautumisaika. Yksi isometrinen suoritus kestää viisi sekuntia, jonka testattava aloittaa ja päättää äänikomennon kuullessaan.



Kuva 2a. Isometrinen kyykky  
(Kuva: Niko Lehtonen).



Kuva 2b. Isometrinen kyykky yhdellä jalalla  
(Kuva: Niko Lehtonen).

## 8 Tulokset

### 8.1 Tulosten esitys

Havainnoinnin ja nivelten liikkuvuuksien mittaamisen on suorittanut sama terapeutti. Liikkuvuuden osalta on mitattu nivelen aktiivinen liike. Tulokset on esitetty jokaisen pelaajan osalta alla olevissa taulukoissa.

Pelaajien liikehallintaa arvioidaan visuaalisesti pisteyttämällä testisuoritukset alla olevan taulukon (taulukko 2) mukaisesti. Pisteytykset on taulukoitu ja oleellimmat havainnot esitetty kirjallisesti jokaisen pelaajan kohdalla.

Taulukko 2, arviointiasteikko

Visuaalinen arviointi	0 = Hyvä hallinta	1 = Hieman heikentynyt hallinta	2 = Selvästi heikentynyt hallinta
<b>Lantio</b>	Ei havaittavaa lantion tai vartalon kallistumista sivulle	Lantio kallistuu hieman sivulle ja/tai ylävartalo kallistuu sivulle	Lantio kallistuu selkeästi sivulle ja/tai ylävartalo kallistuu sivulle
<b>Polvi</b>	Ei havaittavaa polven liikkumista keskilinjalta	Polvi liikkuu hieman pois keskilinjalta ja/tai polvessa tapahtuu hieman vapinaa	Polvi liikkuu selkeästi pois keskilinjalta /tai polvessa tapahtuu selkeää vapinaa
<b>Nilkka</b>	Ei havaittavaa huojuntaa tai vapinaa nilkassa	Nilkassa tapahtuu hieman vapinaa ja/tai huojumista	Nilkassa tapahtuu selkeää vapinaa ja/tai huojumista

Dynaamisten ja isometrinen testien tulokset on taulukoitu jokaisen pelaajan kohdalla. Dynaamisten hyppytestien tuloksista on esitetty hyppyjen korkeus sekä yhden ja kahden jalan suhteellisen voimantuoton arvo. Yhden jalan kyykyjen tuloksista on taulukoitu huojunnan määrä eteen–taakse- ja sivuttaissuunnassa sekä kokonaishuojunnan määrä. Hyppyjen ja yhden jalan kyykyn tuloksissa on käytetty kolmen testisuorituksen tulosten keskiarvoa. Isometrisistä testeistä on taulukoitu yhdellä ja kahdella jalalla tuotetun voiman huippuarvo jokaisen testisuorituksen osalta.

## 8.2 Pelaaja 1

### Pystyasennon havainnointi:

Alaraajojen linjauksessa ei havaita merkittävää varus tai valgus asentoa. Sääret ja polvilumpiot ovat molemmissa raajoissa ulkokierrossa, joista vasemmassa kuitenkin korostuneemmin. Myös vasen polvitaive, pakarapoimu ja SIPS (spina iliaca superior anterior) ovat ylempänä oikeaan puoleen verrattuna. Sivulta katsottuna polvet ovat yliojentuneina ja lantio edessä luutilinjaan nähden. Ylävartalon osalta rintarangan havaitaan olevan korostuneen suora ja lapaluiden siirrotavan.

Taulukko 3, Pelaaja 1 liikkuvuus

Nivelten liikkuvuus	Vasen (°)	Oikea (°)
Nilkan dorsiflexio	15	10
Nilkan plantaariflexio	55	60
Polven flexio	135	145
Polven hyperextensio	10	10
Lonkan flexio	85	90
Lonkan extensio	10	10
Lonkan loitonuus	50	55
Lonkan lähennys	25	25
Lonkan ulkorotaatio	20	35
Lonkan sisärotaatio	25	25

Taulukko 4, Pelaaja 1 arviointi, huojuunta ja voimantuotto

Liikehallinta	Lantio	Polvet	Nilkat	
Yhden jalan kyykky	0	1	0	
Staattinen hyppy	0	0	0	
Kevennyshyppy	0	0	0	
Pudotushyppy	0	0	0	
<b>Yhden jalan kyykky</b>	Kokonaishuojuunta (mm)	Eteen-taakse (mm)	Sivuttaissuunta (mm)	
Vasen	392,43	224	275,9	
Oikea	364,1	236,93	224,03	
<b>Dynaaminen testi</b>	Voimantuotto V (%BW)	Voimantuotto O (%BW)	Kokonaisvoimantuotto (%BW)	Hyppykorkeus (cm)
Staattinen hyppy	114,43	108,47	220,09	27,93
Kevennyshyppy	117,5	112,77	228,77	28,87
Pudotushyppy	370,8	401,7	696,3	27,87
<b>Isometrinen testi</b>	V (Kg)	O (Kg)	Kahden jalan (Kg)	
Suoritus 1	44,3	49	69,2	
Suoritus 2	39,5	45,3	76,6	

Pystyasennon ja liikkuvuuksien osalta oleelliset erot havaitaan lantion asennossa ja lonkan ulkokierrossa. Lantion vasen yläreuna sekä SIPS ovat korkeammalla verrattuna oikeaan puoleen. Vasemman lonkkanivelen aktiivinen ulkokierto on  $15^\circ$  oikeaa rajoittuneempi (taulukko 3).

Visuaalisesti videolta havainnoiden yhden jalan kyykyissä on havaittavissa hieman polven huojuntaa molemmilla raajoilla, lantion ja nilkkojen hallinta on kontrolloitua ja kokonaissuoritus hallittu (taulukko 4). Silmämääräisesti puolieroja jalkojen huojunnan määrän osalta vaikeaa erottaa. Videokuvan perusteella staattiset- ja kevennyshyppyt ovat kontrolloituja, eikä puolieroja havaita. Pudotushypyssä havaintona on ponnistusvaiheen toispuoleisuus.

Voimalevyn tulosten mukaan kokonaishuojunta yhden jalan kyykyissä on hieman vähäisempää vasemmalla jalalla. Kuitenkin mediaali-lateraali suunnassa oikean jalan huojunta on selvästi suurempaa vasempaan verrattuna. Voimantuotollisesti staattisessa- ja kevennyshypyssä ei ole merkittävää puolieroja. Pudotushypyssä voimantuotossa ilmenee lievää epätasaisuutta. Ensimmäisessä ja kolmannessa hyppyssä voimantuotto painottuu enemmän oikealle jalalle, toisessa hyppyssä puolestaan hieman enemmän vasemmalle.

Isometrisen kahden jalan kyykyn voimantuoton käyrä on tasaisesti nouseva, jossa huippuarvo saavutettiin 4 sekunnin jälkeen. Yhden jalan isometrisen kyykyn voimantuotto on molemmilla jaloilla tasainen koko 5 sekunnin ajan. Oikealla jalalla kyykyn voimantuotto on noin 5kg suurempi kuin vasemmalla.

Testattavan kevennyshyppyjen hyppykorkeuden keskiarvo on  $\sim 9$ mm enemmän kuin staattisten hyppyjen vastaava. Testattavan laskennallinen elastisuusprosentti on siten  $\sim 3,3\%$ . Kehonpainoon suhteutettu voimantuoton keskiarvo staattisissa- ja kevennyshypyissä on myös tasainen.

### 8.3 Pelaaja 2

#### Pystyasennon havainnointi:

Alaraajan linjauksissa ei havaita poikkeavuuksia polvet ovat lievästi yliojentuneina. Lantio on suorassa, sivulta katsottuna kehon rakenteet ovat hyvin luotilinjalla. Ylävartalon osalta oikea hartia on hieman vasenta alempana, sekä lapaluiden reunat siirtävät hieman.

Taulukko 5, Pelaaja 2 liikkuvuus

Nivelten liikkuvuus	Vasen (°)	Oikea (°)
Nilkan dorsiflexio	10	5
Nilkan plantaariflexio	40	60
Polven flexio	140	140
Polven hyperextensio	5	5
Lonkan flexio	90	90
Lonkan extensio	20	30
Lonkan loitonuus	40	40
Lonkan lähennys	30	35
Lonkan ulkorotaatio	30	45
Lonkan sisärotaatio	45	30

Taulukko 6, Pelaaja 2 arviointi, huojunta ja voimantuotto

Liikehallinta	Lantio	Polvet	Nilkat	
Yhden jalan kyykky	1	0	0	
Staattinen hyppy	1	0	0	
Kevennyshyppy	1	0	0	
Pudotushyppy	2	1	0	
<b>Yhden jalan kyykky</b>	Kokonaishuojunta keskiarvo (mm)	Eteen-Taakse keskiarvo (mm)	Sivuttaissuunta keskiarvo (mm)	
Vasen	324,77	198,13	220,47	
Oikea	299,73	205,53	179,27	
<b>Dynaaminen testi</b>	Voimantuotto V (%BW)	Voimantuotto O (%BW)	Kokonaisvoimantuotto (%BW)	Hyppykorkeus (cm)
Staattinen hyppy	101,63	107,37	208,07	24,27
Kevennyshyppy	97,78	104,23	201,83	25,63
Pudotushyppy	154,47	195,57	329,5	24,13
<b>Isometrinen testi</b>	V (Kg)	O (Kg)	Kahden jalan (Kg)	
Suoritus 1	52,7	33,9	66,6	
Suoritus 2	52,5	35,6	72,3	

Pelaajan pystyasennossa tai nivelten liikkuvuuksissa ei havaittu merkittäviä poikkeavuuksia (taulukko 5). Vasemman lonkan ulkokierto on oikeaa rajoittuneempi, mutta ylittää yleisiin viitearvioihin. Oikean nilkan dorsifleksio on hieman vasenta rajoittuneempi, plantaarifleksio on puolestaan laajempi.

Yhden jalan kyykyissä vasemman jalan suorituksessa hartialinja ja lantion oikea puoli kiertyvät eteenpäin sekä vartalo kallistuu vahvasti vasemmalle. Oikealla jalalla vastaavia ilmiöitä ei tapahdu, vaan liike on sujuva ja hallittu. Staattisten hyppyjen alastulossa kontakti tapahtuu yhtä aikaa molemmilla jaloilla, mutta painopiste vaikuttaa olevan oikealla jalalla. Tällöin lantion vasen puoli sekä hartialinja tippuvat alaspäin. Kevennyshyppyjen alastuloissa testattava menettää tasapainon sekä lantion hallinta pettää hieman. Kahdessa suorituksessa kolmesta testattava menettää tasapainon horjahtaen taaksepäin. Pudotushyppyjen ponnistusvaiheessa testattava käy huomattavan syvässä kyykyssä lonkkien ollessa suuressa fleksiokulmassa. Samaan aikaan painopiste vaikuttaa siirtyvän enemmän oikealle ja vasen lonkka kiertyy ulospäin. Ponnistusvaiheen aikana polvet hakeutuvat varus asentoon. Ponnistuksen suunta kohdistuu oikealle takapainotteisesti, minkä vuoksi takia alastulo on horjuva.

Voimalevyiltä saatavien tietojen mukaan kokonaishuojunnan määrä on vähäinen (taulukko 6). Selkein ero tapahtuu mediaali-lateraalisuunnan huojunnan määrässä, jossa painopisteen liikettä tapahtuu enemmän vasemman jalan suorituksissa. Silmämääräisesti huojunnan määrä on vähäistä. Dynaamisissa testeissä voimantuotto tapahtuu keskimäärin seuraavan verran enemmän oikealle jalalla; staattinen hyppy +5,6%, kevennyshyppy +6,6% sekä pudotushyppy +18,2%. Isometrisen kyykytestin tulosten perusteella vasen jalka näyttäytyy vahvempana. Yhden jalan kyykyyn keskiarvotulos vasemmalla jalalla oli ~52,5kg ja oikealla ~34,5kg.



## 8.4 Pelaaja 3

### Pystyasennon havainnointi:

Polvien linjauksessa ei havaita poikkeavuuksia. Jalkaterien pitkittäiskaaret ovat madaltuneet ja akillesjänneiden vetosuunnat ovat mediaalisuuntaan. Lantio on tasassa, mutta vasen suoliluu on kiertynyt taaksepäin. Sivulta katsottuna hartiat ja lantio ovat luotilinjaan nähden edessä. Oikea hartia on alempana ja lapaluiden reunat siirtävät. Rintarangassa havaitaan C-mallin skolioottinen mutka, joka kääntyy vasemmalle.

Taulukko 7, Pelaaja 3 liikkuvuus

Niveltien liikkuvuus	Vasen (°)	Oikea (°)
Nilkan dorsiflexio	10	5
Nilkan plantaariflexio	50	40
Polven flexio	140	140
Polven hyperextensio	5	5
Lonkan flexio	85	85
Lonkan extensio	15	10
Lonkan loitonuus	40	40
Lonkan lähennys	30	25
Lonkan ulkorotaatio	40	25
Lonkan sisärotaatio	35	35

Taulukko 8, Pelaaja 3 arviointi, huojunta ja voimantuotto

Liikehallinta	Lantio	Polvet	Nilkat	
Yhden jalan kyykky	1	1	0	
Staattinen hyppy	0	0	0	
Kevennyshyppy	1	1	2	
Pudotushyppy	1	1	2	
<b>Yhden jalan kyykky</b>	Kokonaishuojunta (mm)	Eteen-Taakse (mm)	Sivuttaissuunta (mm)	
Vasen	504,33	278,9	346,83	
Oikea	650,4	248,43	515,06	
<b>Dynaaminen testi</b>	Voimantuotto V (%BW)	Voimantuotto O (%BW)	Kokonaisvoimantuotto (%BW)	Hyppykorkeus (cm)
Staattinen hyppy	120,1	125,9	245,77	27,17
Kevennyshyppy	123,8	127,37	250,67	29,87
Pudotushyppy	145,33	161,47	292,8	32,7
<b>Isometrinen testi</b>	V (Kg)	O (Kg)	Kahden jalan (Kg)	
Suoritus 1	28,8	35,2	37,2	
Suoritus 2	30,5	28,3	41,5	

Pystyasentoa havainnoiden molempien jalkaterien pitkittäiskaaret ovat madaltuneet. Liikkuvuuksista oikean nilkan dorsi- ja plantaarifleksio on hieman vasenta nilkkaa rajoittuneemmat. Myös lonkkanivelen ulkorotaatio on oikealla puolella vasenta vähäisempi. (taulukko 7.)

Yhden jalan kyykyssä nilkan ja polven huojuntaa on havaittavissa molemmilla jaloilla. Silmin nähden puoliero ei havaita. Staattiset hypyt ovat hyvin kontrolloituja. Kevennyshypyissä selkeä puoliero ja hallinnan puute ovat nähtävissä nilkan ja jalkaterän osalta. Kahdessa ensimmäisessä suorituksessa kehon painopiste vaikuttaa jakautuneen enemmän oikealle alaraajalle, jolloin hypyn alastulossa oikea nilkka pettää mediaalisesti. Samaan aikaan, nilkan pettäessä lantiosta häviää kontrolli erilaisin tavoin eri suorituksissa. Myös pudotushypyissä oikean nilkan hallinnan puute tulee esiin nilkan mediaalisena pettämisenä kontaktivaiheen aikana. Osassa sekä kevennyshypyistä että pudotushyppysuorituksia oikean jalan polvi kääntyy hieman mediaalisesti hypyn alastulovaiheen aikana.

Mittaustulosten mukaan yhden jalan kyykyissä huojuntaa tapahtuu enemmän oikean jalan suorituksissa (taulukko 8). Erityisesti mediaali–lateraalisuunnan huojunta on oikealla jalalla vasenta huomattavasti suurempi. Hyppytesteissä sekä staattisissa-, kevennyshypyissä että pudotushypyissä oikea jalka oli suurempi voimantuottaja. Staattisessa ja kevennyshypyssä ero jalkojen välillä oli pieni, kun puolestaan pudotushypyssä ero on selkeämpi. Isometristen kyykytestien tulokset yhdellä jalalla tehtynä olivat tasaiset alaraajojen välillä.

## 8.5 Pelaaja 4

### Pystyasennon havainnointi:

Edestäpäin havainnoituna oikea sääri ja polvilumpio ovat kiertyneet ulospäin. Oikean jalkaterän pitkittäiskaari madaltunut sekä akillesjänteen vetosuunta mediaalisesti. Lantion vasen puoli sekä vasen SIPS ovat ylempänä. Luotilinja sivulta katsottuna hyvä. Oikea hartia on vasenta alempana. Rintaranka hieman oiennut.

Taulukko 9, Pelaaja 4 liikkuvuus

Nivelten liikkuvuus	Vasen (°)	Oikea (°)
Nilkan dorsiflexio	10	5
Nilkan plantaariflexio	45	45
Polven flexio	140	140
Polven hyperextensio	5	5
Lonkan flexio	75	75
Lonkan extensio	10	10
Lonkan loitonuus	35	35
Lonkan lähennys	25	20
Lonkan ulkorotaatio	35	40
Lonkan sisärotaatio	35	30

Taulukko 10. Pelaaja 4 arviointi, huojuunta ja voimantuotto

Liikehallinta	Lantio	Polvet	Nilkat	
Yhden jalan kyykky	0	1	0	
Staattinen hyppy	0	0	0	
Kevennyshyppy	0	0	0	
Pudotushyppy	0	0	0	
<b>Yhden jalan kyykky</b>	Kokonaishuojuunta (mm)	Eteen-Taakse (mm)	Sivuttaissuunta (mm)	
Vasen	775,86	441,93	521,26	
Oikea	911,86	487,7	602,43	
<b>Dynaaminen testi</b>	Voimantuotto V (%BW)	Voimantuotto O (%BW)	Kokonaisvoimantuotto (%BW)	Hyppykorkeus (cm)
Staattinen hyppy	116,73	118,83	235,4	29,53
Kevennyshyppy	110,2	107,73	217,67	29,17
Pudotushyppy	198,07	141,8	322	29
<b>Isometrinen testi</b>	V (Kg)	O (Kg)	Kahden jalan (Kg)	
Suoritus 1	42,7	49,2	106,6	
Suoritus 2	51,50	69,1	116,5	

Pystyasennossa oleelliset huomiot olivat oikean jalkaterän pitkittäiskaaren madaltuma sekä oikean polvilumpion suuntautuminen ulospäin. Testattavan aktiiviset liikkuvuudet olivat tasaiset ja täsmäsivät viitearvoihin (taulukko 9). Yhden jalan kyykyissä suoritukset olivat havainnoiden hyvin kontrolloituja, ainoastaan ensimmäisessä oikean jalan suorituksessa tapahtui pientä huojuntaa polven tasolla. Myös staattiset- sekä kevennyshyppysuoritukset olivat kontrolloituja, eikä puolieroja jalkojen välillä havaittu. Pudotushyppyjen ponnistusvaiheessa testattava käy suhteellisen syvässä, noin 100° kyykyssä. Hyppyjen liikekontrolli oli hyvä, eikä pudotushyppyissäkään havaittu merkittäviä puolieroja.

Voimalevyjen mittaustulosten yhden jalan kyykyissä kokonaishuojuntaa tapahtui enemmän oikealla jalalla. Erityisesti mediaali-lateraalisuunnan huojunnan määrä oli suurempi. Staattisissa- ja kevennyshyppyissä voimantuotto jakaantui tasaisesti jalkojen välillä. Pudotushyppyjen kaikissa kolmessa suorituksessa voimantuotto oli selvästi suurempaa vasemmalla jalalla. Isometrisissä yhden jalan kyykyissä oikea osoittautui vahvemmaksi. Kahden kyykyn keskiarvojen ollessa vasemmalla 47,1kg ja oikealla 59,1kg. (taulukko 10.)

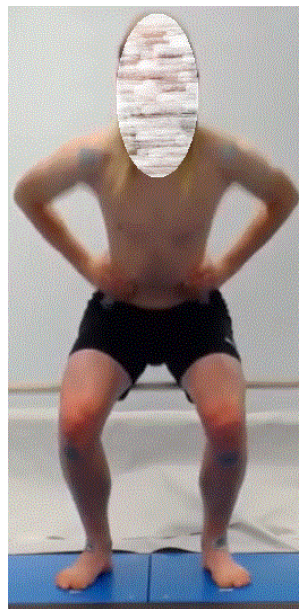
## 9 Yhteenveto

### 9.1 Pelaaja 1: tulosten yhteenveto

Yhden jalan kyykyssä testitulosten mukaan hieman suurempi osa kokonaishuojunnan määrästä tapahtui vasemmalla jalalla (kuva 3a). Visuaalisesti huojunta oli nähtävissä polven vapinana suorituksen aikana. Eroa huojunnan määrässä ei alaraajojen välillä kuitenkaan pystynyt erottamaan. Staattiset ja kevennyshyppyvät ovat havainnoiden kontrolloituja (kuva 3b), tulosten perusteella vasemman jalan välittäessä aavistuksen enemmän voimaa suoritusten aikana. Lievä toispuolisuus voimantuotossa ei kuitenkaan näytä vaikuttavan suorituksen laatuun.



Kuva 3a. Pelaaja 1: yhden jalan kyykky polvikulman ollessa 60°. (Kuva: Niko Lehtonen).



Kuva 3b. Pelaaja 1: hyvä linjaus kevennyshypyssä polvikulman ollessa 60°. (Kuva: Niko Lehtonen).

Pudotushypyissä puolierot reaktivoimien välittymisessä ovat suuremmat. Ensimmäisessä suorituksessa paino jakautuu enemmän oikealle jalalle, toisessa puolestaan vasemmalle. Seurauksena tästä on hypyn ylöspäin suuntautuvan liikkeen lisäksi suuntautuminen sivuttaissuunnassa vähemmän voimaa välittäneen jalan suuntaan. Kolmas pudotushyppysuoritus on silmännähdn tasaisempi, ja hyppy suuntautuu suoraan ylöspäin. Tuloksista kuitenkin ilmenee, että

voima välittyi kolmannessa suorituksessa selkeästi enemmän vasemman jalan kautta. Videotarkastelusta havaitaan testattavan taivuttavan ylävartaloaan hypyn aikana, mikä ilmeisesti vaikuttaa hypyn suuntautumiseen.

Testattavan pudotushypyissä välittyneet maan reaktivoimat olivat selvästi korkeammat kuin muilla testattavilla, joskaan tuotettu voima ei näkynyt korkeampiina hyppytuloksina. Pudotushyppyjen kontaktivaiheita tarkastellessa nähdään mahdollinen selitys korkeisiin reaktivoimiin. Vaikka pudotuksen jälkeinen ensi-kontakti tapahtuu päkiällä, iskeytyy koko kantapää painovoiman vaikutuksesta nopeasti alustaan, eikä hypyn ponnistusvaihe näytä kimmoisalta. Pudotushypystä päkiöille laskeuduttaessa pohjelihaksilta vaaditaan eksentris-konsentrista voimantuottoa (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 201). Koska jarrutus päkiöiden varassa on vähäistä, elastisen energian hyödyntäminen suorituksessa jää vähäiseksi. Kantapään isku vaikuttaa myös kovalta verrattuna muiden testattavien suorituksiin, minkä uskomme selittävän korkeat reaktivoimat tuloksissa. Osa kontaktin voimasta siis ”vuotaa” kehon rakenteisiin, eikä testattava saa hyödynnettyä sitä ponnistuksessa hypätäkseen korkeammalle (Prangley 2016, 78-80).

Lievää puolieroja on nähtävissä myös isometrisissä yhden jalan suorituksissa, joissa oikealla jalalla kyykyn voimantuotto on keskimäärin 5 kg suurempi kuin vasemmalla. Testattavan hyppykorkeuksien keskiarvo kevennyshypyissä on ~9mm enemmän kuin staattisissa hyppyissä, ja laskennallinen elastisuusprosentti on siten 3,3 %. Kirjallisuudessa elastisuusprosentin normaalina arvona, eli elastisten komponenttien hyödyntämisenä, on pidetty 5-15 % (Kauranen 2014, 222).

Yhteenvetona, testattavan liikehallinta on hyvällä tasolla. Lievät liikehallinnan haasteet ilmenivät ainoastaan yhden jalan kyykyssä polvien huojuntana. Lievä toispuoleisuus huojunnan määrässä, isometrisessä voimassa tai alustasta välittyvissä maan reaktivoimissa ei näyttäytynyt silmämääräisenä puolierona alaraajojen hallinnassa. Hieman toispuoleinen voimien välittyminen alustaan saattaa olla yhteydessä tutkimisessa havaittuun lantiokorin kallistumaan ja vasemman lonkkanivelen rajoittuneeseen ulkokiertoon.

## 9.2 Pelaaja 2: tulosten yhteenveto

Yhden jalan kyykyissä ainoastaan vasemman jalan suorituksissa ilmenevät lantion ja ylävartalon kiertyminen kertovat jonkin aiheuttavan häiriön vaaditussa liikesuorituksessa (kuva 4a). Tämä ei kuitenkaan selity nivelten liikerajoituksilla. Toispuoleinen lantion ja vartalon kiertyminen saattaa olla seurausta spesifien lihasten epätasaisista voimatasoista tai aktivoitumisesta.



Kuva 4a. Pelaaja 2: yhden jalan kyyky polvikulman ollessa 60°. (Kuva: Niko Lehtonen).



Kuva 4b. Pelaaja 2: pudotushypyn ensimmäinen kontakti. (Kuva: Niko Lehtonen).

Toisaalta, toisistaan eroavat suoritustavat voivat olla vain opittuja liikemalleja ilman selkeää syytä. Voimalevyillä mitattu huojunnan määrä osoittautuu suuremmaksi vasemmalla jalalla, mikä voi olla yhteydessä visuaalisesti havaittuihin hallinnan häiriöihin. Hyppytestien alustulovaiheessa samankaltaisesti ilmenevä lantion ja ylävartalon vasemman puolen kiertyminen voidaan tulkita liikehallinnan puutteeksi (kuva 4b). Mahdollisina aiheuttajina tälle voidaan pitää historiasa sattunutta vasemman nilkan murtumaa, opittua suoritustapaa tai jonkin lihaksiston osa-alueen, kuten keskivartalon, puutteellista toimintaa.

Keskivartalo toimii tärkeässä roolissa voiman tuottajana ja välittäjänä osana kineettistä ketjua (Prangley 2016, 84). Keskivartalon täytyy olla tukeva, jotta painopisteen siirtäminen tehokkaasti haluttuun suuntaan onnistuu. Ihmisen paino tai massakeskipiste sijaitsee tavallisesti navan takana, kolmannen lannenikaman rungon etupuolella. Mikäli keskivartalon tuki painopisteen ympärillä on vajavainen, saattaa hyppyliikkeessä alustaan tuotettu voima kohdistua väärään suuntaan samalla siirtäen painopistettä. Tämä saattaa näkyä esimerkiksi ylimääräisenä lantion tai selän kallistumisena liikesuorituksessa. (Koskela, Paasanen, Rinne Suni & Taulaniemi 2019.)

Isometrisissä voimamittaustuloksissa pelaajan vasemman jalan voimantuotto on kuitenkin merkittävästi suurempi verrattuna oikeaan. Yhden jalan keskiarvotulokset olivat vasemmalla ~52,4 kg ja oikealla ~34,5 kg. Suuri puoliero jalkojen välillä ei täsmää hyppytesteistä saatuihin voimantuoton tuloksiin, joissa oikea jalka oli hieman suurempi voimantuottaja. Vaikka videotarkastelussa ei havaita merkittäviä eroavaisuuksia, on mahdollista, että suoritusten aikana tapahtuu vasemman jalan tulosta kasvattavaa kompensatiota. Koska testi suoritetaan yhdellä jalalla seisten kiinnitettynä valjaisiin, saattaa maksimaalisessa suorituksessa tapahtua valjaisiin nojautumista, mikä lisää anturiin kohdistuvaa voimantuottoa. Samalla jalalla tehdyt kaksi suoritusta olivat kuitenkin hyvin tasaiset. Emme voi pitää varmana, johtuivatko erot voimantuotossa mittausteknisistä seikoista vai tosiasiaassa suorituskyvyn eroavaisuuksista alaraajojen välillä.

Yhteenvetona toteamme, että liikehallinnalliset puutteet liittyvät testattavan kykyyn hallita lantion ja ylävartalon asentoa sekä yhden että kahden jalan suorituksissa. On mahdollista, että alaraajojen välillä ilmenevät erot alustaan tuotetuissa voimissa ovat yhteydessä edellä mainittuihin hallinnan heikkouksiin. Aiemman tiedon valossa keskivartalon lihasvoima ja oikea-aikainen aktivoituminen ovat tärkeässä osassa lantion ja ylävartalon hallintaa vaadituissa suorituksissa. Isometrisessä voimantuotossa ilmenneiden merkittävien puolierojen pitäminen luotettavana vaatisi tarkempaa uusintatestausta. Testattavalla havaittujen liikehallinnan puutteiden syiden tarkempi ymmärtäminen vaatisi lisää tutkimuksia. Testattavan kohdalla voidaan pitää viitteellisenä, että voimalevyihin tuotetun voiman määrä on yhteydessä liikehallintaan.



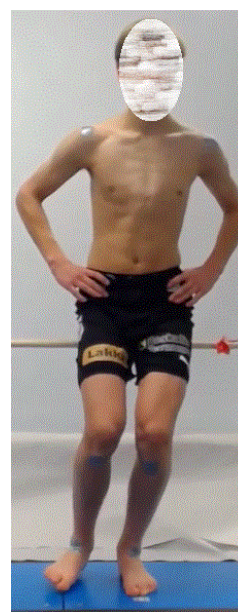
### 9.3 Pelaaja 3: tulosten yhteenveto

Yhden jalan kyykky suorituksissa testattavalla esiintyi jonkin verran huojuntaa molemmilla alaraajoilla. Oikean jalan suorituksissa huojunta oli suurempaa, mikä saattaa osaltaan selittää hyppysuorituksissa esiintynyttä oikean jalkaterän mediaalista pettämistä. Testattavan ollessa pystyasennossa jalkaterien pitkitäiskaaret ovat madaltuneet, millä voi olla vaikutusta kineettisen ketjun toimintaan ja sitä kautta voimien välittymiseen. Alaraajojen varassa tapahtuvien liikkeiden aikana voimat kulkevat jalkaterien kautta alustaan ja reaktivoimat palautuvat samaa reittiä takaisin kehoon. (Koskela ym. 2019.)

Testattavan kaikissa hyppysuorituksissa voimantuotto oli suurempi oikealla jalalla. Vaikka visuaalisesti oikea nilkka ja jalkaterä vaikuttivat ”heikolta lenkiltä”, välittyi niiden kautta tulosten perusteella suuremmat voimat. Suorituskykyä arvioidessa ei siis tule tarkastella ainoastaan absoluuttisia lukuarvoja. Huolimatta suuremmista voima-arvoista, testeissä oikea jalkaterä ja nilkka pettivät mediaalisesti vasemman pysyessä neutraalissa asennossa. Jalkaterän tuen pettäminen näkyy ketjussa ylempänä polven kääntyessä mediaalisesti ja lantion hallinnan puutteena.



Kuva 5a. Pelaaja 3: kevennyshypyn alastulo (Kuva: Niko Lehtonen).



Kuva 5b. Pelaaja 3: yhden jalan kyykky (Kuva: Niko Lehtonen).

Testattavan staattisten hyppyjen keskiarvokorkeus on 27,1 cm, kevennyshyppyjen puolestaan 29,9 cm. Tulosten mukaan pelaajan laskennallinen elastisuusprosentti on siten 9,9 %, mikä voi kertoa ominaispiirteestä hyödyntää elastista liike-energiaa kohtuullisen hyvin. Myös staattisen ja kevennyshypyn kehonpainoon suhteutetun voimantuoton arvot ovat testiryhmän suurimmat. Lisäksi testattavan pudotushyppyjen korkeuksien keskiarvo on 32,7 cm, mikä on selvästi testattavan ryhmän korkein tulos. Isometrinen voimantuotto on testattavalla tasaisista molemmilla jaloilla.

Yhteenvetona todetaan testattavan liikehallinnassa olevan puutteita, mutta suhteellinen voimantuotto on korkealla tasolla. Testattavan hyvä kehonpainoon suhteutettu voimantuotto yhdessä elastisten ominaisuuksien kanssa näkyvät suurena nousukorkeutena kevennyshypyssä ja pudotushypyssä. Nilkan ja jalkaterän tuen pettäminen suoritusten aikana kuitenkin vaikuttaa koko kineettisen ketjun toimintaan, mikä aiheuttaa myös polven ja lantion virheellisen liikkeen (kuva 5a & kuva 5b). Alaraajojen ja vartalon linjausvirheet suorituksen aikana eivät kuitenkaan ilmene matalampina voimalevyihin välittyvinä voimina. Vaikka testattavan kevennys- ja pudotushyppy olivat testiryhmän korkeimmat, isometrinen voimantuotto oli vastaavasti ryhmän alhaisin. Käyttämämme muunnellun isometrisen testikäytännön ja siinä ilmenneiden epävarmuustekijöiden vuoksi suhtaudumme kyseisiin tuloksiin varauksella. Urheiluvammariskien vähentämiseksi ja suorituskyvyn optimoimiseksi testattavalla ilmenneisiin linjausvirheisiin tulee kiinnittää huomiota. Syitä testattavan puutteelliseen liikehallintaan ei voida osoittaa, eikä yhteyttä heikentyneeseen voimantuottoon voida näyttää toteen.

#### 9.4 Pelaaja 4: tulosten yhteenveto

Testattavan liikehallinnassa huomionarvoista oli yhden jalan kyykyssä lievä nilkan ja jalkaterän alueiden huojunta molemmin jaloin (kuva 6b). Myös oikean puolen polvessa havaittiin hieman vapinaa suoritusten aikana. Tämä täsmää voimalevyltä saatuun arvoon huojunnan määrästä, joka oli suurempi oikealla puolella erityisesti mediaali-lateraalisuunnassa. Ero huojunnan määrässä jalkojen välillä havaitaan myös visuaalisesti. Testattavan kokonaishuojunnan mitattu määrä on muiden testattavien keskiarvoa selvästi suurempi. Muiden testattavien keskiarvot ovat vasemmalla 406 mm ja oikealla 437 mm, 4. pelaajalla puolestaan vasemmalla 775 m ja oikealla 911 mm. Videolta havainnoiden itse testisuoritukset ovat kuitenkin hyvin hallittuja, erityisesti muihin testattaviin verrattuna. Koska testissä käytetty mittausaika (5 sekuntia) oli pidempi kuin itse suoritus, on mahdollista, että ennen tai jälkeen suoritusta tapahtunut huojunta vaikuttaa kokonaishuojunnan määrään. Näin ollen testattavien huojunnan määrää tarkastellessa testitulosten lisäksi on tarkasteltava videoituja suorituksia ja arvioida suoritusten laatua. Testattavan yhden jalan kyykky -suoritukset olivat testiryhmän nopeimpia, minkä vuoksi jäljelle on jäänyt enemmän suorituksesta irrallista aikaa, jona huojuntaa on voinut tapahtua. Videotarkastelussa suurin osa testattavan huojunnasta tapahtuu ennen suoritusta ja suorituksen aikana.

Staattisessa ja kevennyshypyssä voimantuotto jakaantui tasaisesti jalkojen välillä. Voimalevyn mukaan pudotushypyssä voimaa välittyi enemmän vasemman jalan kautta, mutta tätä ei kuitenkaan visuaalisesti pystytty havaitsemaan. Vastakohtana pudotushyppyihin, isometristen kyykyjen ponnistusvoima yhdellä jalalla oli suurempaa oikealla, tulosten ollessa oikealla jalalla 59,1 kg ja vasemmalla 47,1 kg.

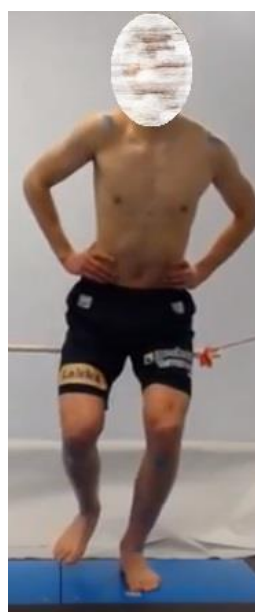
Testattavan staattisen hypyn hyppykorkeus oli hieman kevennyshyppyä korkeampi. Testattavan laskennallinen elastisuusprosentti on tulosten perusteella -1,2 %. Tuloksen voidaan ajatella kertovan testattavan heikosta kyvystä varastoida ja hyödyntää elastista energiaa dynaamisessa suorituksessa. Toisaalta, testattavalla voidaan tulkita olevan hyvät edellytykset tuottaa voimaa isometrisesti. Isometrisen voimamittauksen tulokset olivatkin testattavasta joukosta suu-

rimmat. Erityisesti kahden jalan testisuorituksissa ero muiden tuloksiin on merkittävä. Testihenkilöiden ollessa eripituisia ja -painoisia absoluuttisten tulosarvojen vertailu ei ole kuitenkaan oleellista.

Yhteenvedona testattavan liikehallinnan todetaan olevan hyvällä tasolla. Huojuntaa tapahtui lievästi nilkkojen ja jalkaterien alueella, mutta sitä ei katsottu suuruudeltaan merkittäväksi. Myös oikea polvi haki hieman asentoaan yhden jalan kyykyssä, mikä merkittiin hallinnan lievänä puutteena arviointitaulukkoon visuaalisin perustein. (taulukko 10.) Muiden suoritusten osalta kehon linjaukset säilyivät optimaalisina kaiken aikaa. Testattavan voimantuotto on suhteellisen tasaista. Pudotushypyissä voimantuotto painottui vasemmalle jalalle (kuva 6a), isometrisissä yhden jalan testeissä puolestaan oikea näyttäytyi hieman voimakkaampana. Testattavalla voimantuoton puolierot ovat vähäisiä, testisuoritukset ovat kokonaisuudessaan symmetrisiä ja liikehallinta näyttäytyy hyvänä. Testattavan kohdalla voimantuoton vaikutusta liikehallintaan ei voida pitää selkeänä, eikä asiasta voida tehdä yksiselitteisiä johtopäätöksiä.



Kuva 6a. Pelaaja 4: pudotushypyn alastulo. (Kuva: Niko Lehtonen).



Kuva 6b. Pelaaja 4: yhden jalan kyykky (Kuva: Niko Lehtonen).

## 9.5 Johtopäätökset

Testattava ryhmä voidaan jakaa liikehallinnan osalta kahteen ryhmään. Kahdella pelaajalla neljästä liikehallinta oli hyvällä tai erittäin hyvällä tasolla. Puolestaan kahdella muulla pelaajalla liikehallinnassa esiintyi jonkin verran tai melko paljon puutteita. Eniten puutteita esiintyi pudotushypyissä ja yhden jalan kyykyissä. Selkeimmät virheet esiintyivät lantion alueella vahvana ylimääräisenä liikehdintänä. Myös polvien ja nilkkojen sekä jalkaterien hallinnassa ilmeni puutteita. Nilkkojen ja jalkaterien osalta hallinnan virheet esiintyivät mediaalisena pettämisena. Polvien osalta linjausvirheet olivat yleisesti ottaen vähäisiä ja ilmenivät lievänä huojumisena tai vapinana, eikä suuria valgus-virheasentoja havaittu.

Voimantuoton osalta dynaamisissa hyppytesteissä jokaisella pelaajalla esiintyi vähintään lievää epätasaisuutta alaraajojen välillä. Selkeimmät erot alustaan välittyvissä voimissa ilmentyivät pudotushypyissä. Muissa hyppyissä alaraajojen väliset erot olivat pieniä. Isometristen voimien ja huojunnan testaamisessa havaitut ongelmat vaikuttavat mittausten luotettavuuteen, mikä on otettava huomioon tulosten tarkastelussa. Isometriset testitulokset eivät vaikuta olevan yhteydessä testattavien huojunnan määrään yhden jalan kyykyssä tai dynaamiseen liikehallintaan hyppytesteissä. Yhden jalan kyykyssä esiintyvän huojunnan määrä ei tulosten perusteella ole yhteydessä hyppytesteissä välittyneisiin maan reaktiovoimiin.

Staattisissa ja kevennyshyppysuorituksissa korkeampi suhteellinen voimantuotto (relative maximal F) näyttäytyi parempana hyppytuloksena, pudotushypyissä vastaava ei havaittu. Opinnäytetyössä käytettyjen dynaamisten suoritusten aikana alustasta välittyvien reaktiovoimien ja liikehallinnan yhteyttä ei voida näyttää toteen. Voimalevyihin tuotettujen voimien perusteella ei voida tehdä johtopäätöksiä testattavan liikehallintakyvystä. Alaraajojen isometrinen voimantuotto ei kerro testattavan liikehallinnasta. Päätelmät havaituista ilmiöistä koskevat opinnäytetyössä tehtyjä suorituksia, eikä niitä voi pitää yleistettävänä tietona.

## 10 Pohdinta

### 10.1 Tapaustutkimus

Tapaustutkimus on yksityiskohtainen kuvaus tutkittavasta kohteesta. Tutkimuskohteena toimii usein jonkinlainen ilmiö tai tapahtumankulku. Usein tarkasteltavana on pieni joukko tapauksia tai vain yksi tietty tapaus. Tapaustutkimus ei ole tutkimusmenetelmä vaan omanlainen tutkimustapa, joka voi sisältää erilaisia käytettäviä aineistoja ja menetelmiä. Tutkimustavalla pyritään saamaan lisätietoa ja selkeyttämään ymmärrystä tutkittavasta ilmiöstä. Tapaustutkimus soveltuu erityisesti vastaamaan kysymyksiin, miten ja miksi jokin tapahtuu. Tutkimuksen lopullinen merkitys paljastuu usein vasta tutkimuksen kuluessa. Tapaustutkimukset jaetaan erilaisiin tutkimustyyppihin. Näitä ovat: kriittinen, äärimmäinen, ainutlaatuinen, tyypillinen, paljastava, tulevaisuuden kertova tai pitkätaikaisotokseen perustuva tapaus. (Laine, Bamberg & Jokinen 2007, 9-33.) Opin näytetyössämme on sovellettu kriittistä tapaustyyppiä. Kriittinen tapaus sopii tutkimukseen, jossa pyrkimyksenä on laajentaa, kyseenalaistaa tai vahvistaa olemassa olevaa teoriaa (Laine ym. 2007, 32).

Tapaustutkimuksessa pystytään yhdistämään laadullista ja määrällistä aineistoa, jota kutsutaan aineistotriangulaatioksi. Triangulaation käytöllä voidaan vähentää monimutkaisuuden vaikutusta ja varmentaa tutkimuksen tuloksia. Muita triangulaatiotyyppisiä ovat menetelmätriangulaatio, teoriatriangulaatio ja tutkijat-riangulaatio. (Laine ym. 2007, 23-26.)

Aineiston rajaaminen on tapaustutkimuksessa tärkeää, sillä valittua tapausta voidaan tarkastella eri lähtökohdista ja näkökulmista. Tutkimusprosessi koostuu erilaisista tapahtumista, ja asiayhteyksien rajoja voi olla vaikeaa määritellä. Tutkijan täytyy miettiä mahdollisia näkökulmia ja tarkennettava, mistä näkökulmasta tutkimuksen aihetta tullaan käsittelemään. Tutkimuksen laajuus täytyy rajata käytössä olevien resurssien, aikataulun ja muiden velvollisuuksien mukaiseksi. (Malmsten 2007, 57-58.)

Tapaustutkimuksissa saadun tutkimustiedon yleistämisen mahdollisuuksista ei ole selvää ohjesääntöä. Joissakin tapauksissa yleistäminen voidaan kokea lähes mahdottomana, toisissa puolestaan mahdolliseksi. Joidenkin lähteiden mukaan tapaustutkimuksen tehtävänä on asioiden yleistämisen sijaan näyttää toteen olemassa olevien teorioiden heikkoudet. Tutkimuksen yleistettävyyden riippuvainen siitä, mitä tapauksella halutaan selittää. (Laine ym. 2007, 27-31.) Tapaustutkimuksen yleistettävyydestä on sen historian aikana luotu erilaisia näkökulmia ja teorioita, joihin opinnäytetyössä ei syvennytä. Tämän opinnäytetyön pyrkimyksenä ei ole yleistettävän tiedon luominen, vaan lukija voi itse tehdä päätelmät tiedon yleistettävyydestä. Mikäli tapaustutkimuksen vaiheet ja aineisto on esitetty läpinäkyvästi ja sekä tulokset ovat uskottavasti esillä, lukija pystyy tekemään tarvittavan yleistyksen (Laine ym. 2007, 27-31).

Opinnäytetyössä on hyödynnetty aineistotriangulaatiota kokoamalla tietoperusta erilaisista tutkimusaineistoista: kirjoista, tutkimuksista, internetistä, seminaareista ja haastatteluista. Tutkimuksessa esiintyneitä ilmiöitä on tarkasteltu tutkijatriangulaatiolla, sillä prosessi on toteutettu kahden tutkijan toimesta ja näin ollen aikaansaatu toisiaan täydentäviä havaintoja ja näkökulmia. Tutkimuksessa on pyritty esittämään yksityiskohtaisia havaintoja tutkituista ilmiöistä ja muodostamaan näistä selkeä kokonaisuus.

## **10.2 Opinnäytetyöprosessi**

Toteutimme opinnäytetyön yhteistyössä Karelia-ammattikorkeakoulun sekä joensuulaisen jalkapalloseuran vuonna 2002 syntyneiden junioripelaajien kanssa. Työhön liittyvä testaaminen tapahtui Karelia-ammattikorkeakoulun testitilassa. Opinnäytetyön ideointi alkoi joulukuussa vuonna 2017, kun Karelia-ammattikorkeakoulu hankki tiloihinsa käytettäväksi kaksi voimalevyä. Ajatus tämänkaltaisesta työstä syntyi kuultuamme mahdollisuudesta toteuttaa opinnäytetyö voimalevyjä hyödyntäen. Tällöin aloitimme voimalevyjen toimintaan liittyvään teoriaan perehtymisen, samalla ajatellen niiden hyödynnettävyyttä opinnäytetyössä.

Olimme kiinnostuneita luomaan opinnäytetyön voimalevyjen käytön ympärille ja teimme toimeksiantosopimuksen Karelia-ammattikorkeakoulun Fysiotikka-opiskelijaharjoitteluympäristön kanssa. Saimme verrattain vapaamuotoisen toimeksiannon liittyen voimalevyjen käyttöön opinnäytetyössä. Tuolloin mielesämme oli ajatuksia suorituskyvyn mittaamisesta voimalevyjä hyödyntäen. Pohdimme, kuinka voisimme hyödyntää levyjä mittaamisen välineinä ja millaista lisäarvoa ne toisivat. Toimeksiantajamme ehdotti meille UKK-instituutin liikehallinnan testiliikkeiden, yhden jalan kyykyn ja pudotushypyn käyttöä. Tällöin syntyi ajatus liikehallinnan testaamisesta voimalevyjä hyödyntäen. Ajatuksenamme oli suorittaa voimalevyjen päällä UKK-instituutin käyttämiä testiliikkeitä ja mitata suorituksissa välittyviä voimia, samalla arvioiden alaraajojen linjauksen hallintaa. Käytännössä halusimme nähdä, ilmenisivätkö mahdolliset puutteet liikehallinnassa heikompina tuloksina suoritusten voimantuotossa. Suunnitteluvaiheessa olimme yhteydessä UKK-instituution vierailevaan professoriin Kati Pasaseen, jolta kartoitimme tietoa aiemmista tutkimustöistä liittyen opinnäytetyömme aiheeseen.

Vuoden 2018 tammikuussa osallistuimme tilaisuuteen, jossa Kari Kauranen ja Kistler-voimalevyjen maahantuoja perehdyttivät Karelia-ammattikorkeakoulun henkilöstöä laitteiden ja ohjelmistojen käyttöön. Tuolloin päätimme, että tulimme hyödyntämään opinnäytetyössämme voimalevyjen kanssa yhteensopivaa MARS-ohjelmistoa. Ohjelmisto sisälsi valmiita, eri tarkoituksiin luotuja testi-protokollia. Laitteiston maahantuoja kehotti meitä olemaan yhteydessä, mikäli kohtaisimme haasteita tai puutteita ohjelmiston käytettävyydessä. Tuona aikana MARS-ohjelmistoa ei vielä tiettävästi ollut käytössä muualla Suomessa.

Alkuvuotena 2018 tutustuimme voimalevyihin käytännön tasolla. Perehdyimme MARS-ohjelmiston käyttöön ja harjoittelimme mittauksiin liittyvien parametrien tulkitsemista. Kevään aikana suoritimme lukuisia erilaisia testejä useille eri testattaville. Samaan aikaan perehdyimme olemassa olevaan tutkimustietoon ja pohdimme erilaisia toteutustapoja tulevaa opinnäytetyötämme varten. Tässä vaiheessa opinnäytetyömme kohderyhmäksi valikoituivat B-junnuikäiset jalkapalloilijat. Toimeksiantajallamme oli yhteyksiä kohderyhmään, mikä tulisi helpottamaan testattavien henkilöiden rekrytoimista. Olimme myös henkilökohtaisesti



kiinnostuneita nuorten jalkapalloilijoiden testaamiseen, sillä tiesimme tutkimusnäytön perusteella liikehallinnan olevan merkittävä tekijä urheiluvammojen ehkäisyssä.

Kevään 2018 kuluessa päätimme lisätä jo valikoitujen UKK-instituutin testien joukkoon staattisen hypyn ja kevennyshypyn. Voimalevyillä suoritettavien testien lisäksi mukaan liitettiin fysioterapeuttinen tutkiminen sekä isometrisen voimantuoton mittaaminen käytössämme olevalla HUR Labs -laitteistolla. Isometristä voimaa tulimme mittaamaan lonkan loitontajien sekä polven koukistaja- ja ojentajalihasten osalta. Tavoitteenamme oli näin ollen saada laajempi kokonaiskuva testattavan henkilön liikehallinnasta ja voimantuotollisista ominaisuuksista kohdelihasuryhmien osalta. Tutkimustietoon perehtymistä ja testausjärjestelmän suunnittelua jatkettiin muiden opintojen ohella loppukevään ja kesän 2018 ajan.

Syyslukukaudella jatkoimme aktiivisempaa työskentelyä opinnäytetyön parissa. Syksyn aikana laadimme alustavan testiprotokollan ja ohjeet testausta varten. Loppusyksyllä järjestimme kaksi erillistä demokertaa, joissa arvioimme testiprotokollamme toimivuutta. Muutoksia ja parannuksia tehtiin mittausteknisiin asioihin, kuten polvikulmien vakiointiin ja testiliikkeiden ohjeistuksiin. Joulukuussa 2018 tehtiin suurin muutos, kun aiemmat isometriset voimamittaukset päätettiin vaihtaa hyppyliikkeitä paremmin vastaaviksi isometrisiksi kyykkytesteiksi. Toimeksiantajan mahdollistamana tätä varten luotiin modifioitu testausjärjestelmä HUR Labs Performance Recorder -laitteistoa hyödyntäen. Opinnäytetyössä käytettävä testausprotokolla oli saanut lopullisen muotonsa.

Testaaminen toteutettiin kahtena päivänä tammikuussa 2019 Karelia-ammattikorkeakoulun testilaboratoriossa. Molempina päivinä testattiin kaksi pelaajaa. Tutkimiseen ja testaamiseen kului aikaa noin 1,5 h jokaista pelaajaa kohti. Ennen testipäiviä testattavia oli informoitu testeihin valmistautumisesta ja käytettävästä vaatetuksesta. Tämän jälkeen saadut tulokset ja videoinnit eriteltiin tulkittavaan muotoon. Tarkempi analysointi ja johtopäätösten tekeminen tapahtuivat kevään 2019 aikana.

### 10.3 Tutkiminen, testaaminen ja käytetyt menetelmät

Opinnäytetyössä käytetyt tutkimus- ja testausmenetelmät on raportoitu totuudenmukaisesti. Tutkiminen ja testaaminen on pyritty toteuttamaan läpinäkyvästi ja toistettavasti. Käytettyjen testien valinnassa on kiinnitetty huomiota testien käytettävyyteen ja luotettavuuteen. Testitilanteet on pyritty luomaan identtisiksi kaikille testattaville. Nivelten liikkuvuuksien mittauksen on suorittanut aina sama terapeutti. Testattavien pystyasennon havainnointi ja liikehallinnan arviointi on toteutettu molempien terapeuttien toimesta ja kaikki havainnot on raportoitu.

Mielestämme valitut testiliikkeet olivat työn tarkoitukseen sopivia ja testien soveltamisessa onnistuttiin. Voimalevyillä suoritettut liikehallinnan testit onnistuivat hyvin, ja uskomme tulosten olevan luotettavalla tasolla. Kuitenkin yhdessä testissä havaitsimme ilmiön, joka heikentää kyseisen testin luotettavuutta. Yhden jalan kyykkytestissä ongelmaksi nousi testiliikkeen nopea suoritus suhteessa valmiissa testiprotokollassa määriteltyyn testin minimikeston (5 sekuntia). Tämä on voinut vaikuttaa kasvattavasti tuloksissa esitettyyn huojunnan määrään eikä välttämättä vastaa todellista huojunnan määrää varsinaisen kyykkyliikkeen aikana. Ongelma havaittiin vasta testikertoja edeltävänä aikana, eikä keinoja testiprotokollan muuttamiseksi tiedetty.

Lähtökohtana ja tavoitteena isometrisen voimantuoton mittaamiselle oli laajemman käsityksen saaminen testattavan voimantuotosta. Kirjallisuuskatsauksessa isometristen voimatestien todetaan yleensä korreloivan keskinkertaisesti tai vahvasti dynaamisiin testisuorituksiin, erityisesti niihin, joissa pyrkimyksenä on tuottaa suuria määriä voimaa räjähtävästi (Juneja, Verma & Khanna 2012). Isometrinen testaus suoritettiin muunnellusti valjaisiin kiinnitettynä, mikä on kuvattu otsikon 7.6 Isometrinen kyykky alapuolella (kuva 2a). Vaikka testausjärjestely sujui suunnitelmien mukaan, havaittiin käytännön toteutuksessa luotettavuutta heikentäviä seikkoja. Yksi suorituksissa havaittu ongelma oli vakioinnista huolimatta tapahtuva polvikulman muutos suorituksen aikana. Valjaiden oletettavasti venyessä ja kehon rakenteiden joustaessa testissä käytettävä polvikulma saattoi suurentua muutamilla asteilla suorituksen aikana. Tähän pyrittiin reagoimaan kulman alkuasettelussa, mutta täyttä varmuutta kulman paikkaansa pitävyydes-

tä ei voitu saavuttaa. Toinen havaittu epäkohta oli yhden jalan isometrisessä kyykyssä tapahtunut käsitukiin nojautuminen suorituksen aikana. Valjaiden kiinnitystavan vuoksi (kuva 2b) testihenkilön maksimaalisen ponnistuksen aikana testattavan tasapaino saattoi järkkyyä ja aiheuttaa valjaiden vetosuunnan muutoksen. Tämä puolestaan saattoi aiheuttaa tarpeen nojautua käsitukiin ohjeistettua ja sallittua määrää enemmän, millä on voinut olla vaikutusta mittaustulokseen. Neljästä testattavasta ainoastaan yhdellä testihenkilöllä jalkojen väliset puolierot isometrisessä voimantuotossa olivat huomattavan suuret. Videotarkastelun perusteella emme kuitenkaan voineet todeta, vaikuttiko mahdollinen käsitukiin nojautuminen testitulokseen laskevasti tai nostavasti.

#### **10.4 Eettisyys ja luotettavuus**

Hyvän tieteellisen käytännön noudattaminen tekee tutkimuksesta luotettavan, eettisesti hyväksyttävän sekä varmistaa tulosten uskottavuuden. Hyvän tieteellisen käytännön tunnusmerkkejä ovat rehellisyys, huolellisuus sekä tarkkuus tutkimustyössä ja tulosten käsittelyssä. Tutkimuksessa tulee noudattaa avoimuutta ja siinä tulee käyttää eettisesti hyväksytyjä tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmiä. Tulokset tulee julkaista noudattaen vastuullista tiedeviestintää. Tutkimuksen toteuttamiseen vaadittavien lupien täytyy olla hankittu ja tutkimuksessa syntyvää tietoa tulee käsitellä ja tallentaa asianmukaisesti. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6.) Tutkimuksen laadun ja luotettavuuden varmistamiseksi opinnäytetyössä on pyritty noudattamaan hyvää tieteellistä käytäntöä.

Opinnäytetyön tietoperustan kokoamisessa on tavoiteltu tarkkuuteen ja lähdevalinnoissa on käytetty kriittistä harkintaa. Nykyaikaisen ja luotettavan tiedon välittämiseksi pyrimme käyttämään enintään kymmenen vuotta vanhoja lähteitä. Mikäli tätä vanhempia lähteitä käytettiin, pyrittiin tieto vahvistamaan useammalla lähteellä tai lähteen tiedon katsottiin olevan yhä tarkoituksenmukainen työhön sisällytettäväksi. Työn luotettavuutta on edistetty käyttämällä aineisto-, tutkija- ja menetelmätriangulaatiota. Tietoperusta on koottu erilaisia lähteitä käyttäen, kahden tutkijan toimesta. Lähteinä on käytetty sekä kotimaisia että kansainvälisiä kirja- ja internetlähteitä, lehtiä ja tutkimuksia.

## 10.5 Oppimisprosessi ja ammatillinen kasvu

Opinnäytetyöprosessi on ollut opettavainen ja mahdollistanut syventymisen meitä kiinnostaviin fysioterapian osa-alueisiin. Kummallakaan meillä ei ollut aiempaa kokemusta opinnäytetyön teosta, joten prosessista muodostui ainutlaatuinen. Opinnäytetyö sitoutti meitä varsin kauan ja oli jatkuvasti mielessä. Vaikka aloitimme työn ideoinnin ajoissa, ei prosessin loppuvaiheessa kiireeltä ja haasteilta vältytty. Opinnäytetyöprosessi vaati kahden henkilön aikataulujen yhteensovittamista ja kompromissien tekoa. Olimme opintojen aikana työskennelleet yhdessä tehden ryhmätöitä, joten yhteisen päämäärän eteen työskenteleminen ei tullut meidän kesken uutena. Suunnittelu, työn jakaminen ja päätösten yhdessä tekeminen onnistuivat hyvin koko prosessin ajan.

Työprosessi vaati pitkäjänteisyyttä, sitoutumista ja luovaa ajattelua. Yleisellä tasolla se on kasvattanut meitä erityisesti kriittisessä asioiden tarkastelussa ja ongelmien ratkaisussa. Ammatillisesti osaamisemme biomekaniikan osalta ja ihmisen liikkeen analysoijina on kehittynyt merkittävästi. Olemme samalla edistäneet tieteen lukutaitoamme ja saaneet ensikosketuksen tapaustutkimuksen teosta.

## 10.6 Jatkotutkimus- ja kehittämisideat

Opinnäytetyön jatkotutkimusideaksi esitetään alaraajojen dynaamisten liikehallintatestien suorittamista voimalevyillä testattaville, jotka on seulottu esivalintatesteillä liikehallintakyvyn perusteella. Tutkimuksessa voisi käyttää suurempaa otantaa ja jakaa testattavat kahteen ryhmään, hyvän ja selvästi heikentyneen liikehallintakyvyn perusteella. Tällöin erot suorituksissa ja testattavien ryhmien välillä voisivat tulla selkeämmin esille, mikä edesauttaisi tulosten hyödynnettävyyttä.

Opinnäytetyöhön liittyvänä kehittämisideana esitetään luotettavan voimalevyillä suoritettavan isometrisen kyykkytestausmenetelmän kehittämistä Fysiotikan tarpeisiin. Toisena kehittämisideana voisi olla Fysiotikan OptiTrack liikkeenkaappausjärjestelmän yhdistäminen voimalevyjen toimintaan.

## Lähteet

- Ahtiainen, J. & Häkkinen, K. 2007. Hermo-lihas-järjestelmän toiminnan mittaaminen. Teoksessa Keskinen, K.L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.). Kuntotestauksen käsikirja. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura, 125-138.
- Ahtiainen, J. & Häkkinen, K. 2018. Kestovoima. Teoksessa. Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.). Fyysisen kunnan mittaaminen – käsi- ja oppikirja kuntotestaajille. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura, 168-174, 217-226.
- Bishop, C., Read, P., Lake, J., Loturco, C., Dawes, J., Madruga, M., Romero-Rodrigues, D., Chavda, S. & Turner, A. 2019. Unilateral Isometric Squat: Test Reliability, Interlimb Asymmetries, and Relationships With Limb Dominance. <https://insights.ovid.com/crossref?an=00124278-900000000-94961.13.5.2019>.
- Boling, M., Padua, D.A., Marshall, S.W., Guskiewicz, K., Pyne, S. & Beutler, A. A. 2009. Prospective Investigation of Biomechanical Risk Factors for Patellofemoral Pain Syndrome. The Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) Cohort. [https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0363546509337934?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori:rid:crossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%3dpubmed.12.4.2019](https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0363546509337934?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%3dpubmed.12.4.2019).
- Cashman, G.E. 2012. The Effect of Weak Hip Abductors or External Rotators on Knee Valgus Kinematics in Healthy Subjects: A Systematic Review. *Journal of Sport Rehabilitation*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22894982>. 22.4.2019.
- Claiborne, T. L., Armstrong, C. W., Gandhi, V & Pincivero, D. M., 2006. Relationship between hip and knee strength and knee valgus during a single leg squat. *Journal of Applied Biomechanics*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16760566>. 21.4.2019.
- Dischiavi, S.L., Wright, A.A., Hegedus, E.J. & Bleakley, C.M. 2019. Rethinking Dynamic Knee Valgus and Its Relation to Knee Injury: Normal Movement Requiring Control, Not Avoidance. <https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2019.0606>. 15.4.2019.
- Dix, J., Marsh, S., Dingenen, B. & Malliaras, P. 2018. The relationship between hip muscle strength and dynamic knee valgus in asymptomatic females: A systematic review. *Physical Therapy in Sports*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466853X17303589?via%3Dihub>. 15.4.2019.
- Drake, D., Kennedy, R. & Wallace, E. 2017. The Validity and Responsiveness of Isometric Lower Body Multi-Joint Tests of Muscular Strength: a Systematic Review. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5476535/>. 13.5.2019
- Harris-Hayes, M., Cornbleet, S.L. & Holtzman, G.W. 2011. Movement System Syndromes of the Knee. Teoksessa Sahrman, S.A. and associates. (toim.). MOVEMENT IMPAIRMENT SYSTEMS of the Extremities, Cervical and Thoracic Spines. St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby. 354-438.

- Hartigan, E., Lewek, M. & Snyder-Mackler, L. 2011. The Knee. Teoksessa Levangie, P.K. & Norkin, C.G. (toim.). Joint Structure and Function. A comprehensive Analysis. Fifth Edition. Philadelphia. F.A Davis Company, 395-439.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S. Jr., Colosimo, A. J., McLean, S. G., van den Bogert, A. J., Paterno, M. V. & Succop, P. 2005. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546504269591>. 9.4.2019.
- HUR Labs. 2014. Performance Recorder Software Suite User Manual. [http://sd7.staattinen.fi/sites/www.hurlabs.com/files/files/ko\\_performance\\_recorder\\_software\\_manual\\_eng\\_12022014\\_2.pdf](http://sd7.staattinen.fi/sites/www.hurlabs.com/files/files/ko_performance_recorder_software_manual_eng_12022014_2.pdf) 13.5.2019.
- Häkkinen, K. 2018. Hermo-lihasjärjestelmän voimantuoton biomekaaniset tekijät. Teoksessa. Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.). Fyysisen kunnon mittaaminen – käsi- ja oppikirja kuntotestaaajille. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura, 169-175.
- Juneja, H., Verma, SK. & Khanna, GL. 2012. Isometric strength and its relationship to dynamic performance: A systematic review. <https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=846747929026587;res=IELHEA>. 13.5.2019.
- Kallinen, M., Kujala, U. & Tikkanen, H. 2018. Hermo-lihasjärjestelmän voimantuoton biomekaaniset tekijät. Teoksessa. Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.). Fyysisen kunnon mittaaminen – käsi- ja oppikirja kuntotestaaajille. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura, 29-45.
- Kauranen, K. 2014. Lihas – rakenne, toiminta ja voimaharjoittelu. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.
- Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikka liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.
- Kistler Group. 2009. Multicomponent Force Plate for Gait and Balance Analysis in Biomechanics, Fz 0 ... 5 kN. <https://www.kistler.com/?type=669&fid=86267&model=document>. 6.3.2019.
- Krosshaug, T., Nakamae, A., Boden, B. P., Engebretsen, L., Smith, G., Slauterback, J. R., Hewett, T. E. & Bahr, R. 2007. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball. Video analysis of 39 cases. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.463.2087&rep=rep1&type=pdf>. 10.4.2019.
- Laine, M., Bamberg, J. & Jokinen, P. 2007. Tapaustutkimuksen käytäntö ja teoria. Teoksessa Laine, M., Bamberg, J. & Jokinen, P. (toim.). Tapaustutkimuksen taito. Helsinki: Gaudeamus, 9-34.
- Luomajoki, H. 2018. Liikkeen ja liikekontrollin häiriöt. Lahti: VK-Kustannus Oy
- Malmsten, A. 2007. Rajaaminen. Teoksessa Laine, M., Bamberg, J. & Jokinen, P. (toim.). Tapaustutkimuksen taito. Helsinki: Gaudeamus, 57-73.
- Mallac, C. & Joyce, D. 2016. The Athletic Knee. Teoksessa Joyce, D. & Lewindon, D. (toim.). Sports injury prevention and rehabilitation. Integrating medicine and science for performance solutions. New York: Routledge. 322-336.
- Magee, D.J. 2014. Orthopedic physical assessment. St. Louis, Missouri: Elsevier.

- Markovic, G., Dizaj, D., Jukic, I. & Cardinale, M. 2004. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. [https://www.researchgate.net/publication/8390706\\_Reliability\\_and\\_Factorial\\_Validity\\_of\\_Squat\\_and\\_Countermovement\\_Jump\\_Tests](https://www.researchgate.net/publication/8390706_Reliability_and_Factorial_Validity_of_Squat_and_Countermovement_Jump_Tests) 11.5.2019
- Martin, R.L. & Kivlan, B. 2011. The Hip Complex. Teoksessa Levangie, P.K. & Norkin, C.G. (toim.) Joint Structure and Function. A comprehensive Analysis. Fifth Edition. Philadelphia. F.A Davis Company, 354–394.
- Neumann, D.A. 2010. Kinesiology of the Musculoskeletal System. Foundations for Rehabilitation. St. Louis, Missouri: Elsevier.
- Numata, H., Nakase, J., Kitaoka, K., Shima, Y., Oshima, T., Takata, Y., Shimozaki, K. & Tsuchiya, H., 2018. Two-dimensional motion analysis of dynamic knee valgus identifies female high school athletes at risk of non-contact anterior cruciate ligament injury. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28840276>. 18.3.2019.
- Pasanen, K. 2018. Liikehallinnan arviointi. UKK–instituutti. <http://www.terveurheilija.fi/yleiseturheiluvammat/polvivammat/arvionti> . 16.1.2018.
- Pasanen, K. & Leppänen, M. 2018. Polvivammat. Terve Urheilija. <http://www.terveurheilija.fi/yleiseturheiluvammat/polvivammat>. 20.4.2018.
- Prangley. I. 2016. Assessing and developing the kinetic chain. Teoksessa Joyce, D. & Lewindon, D. (toim.). Sports injury prevention and rehabilitation. Integrating medicine and science for performance solutions. Routledge: New York, 77-94.
- Rinne, M. 2012. Liikehallintakyky. Teoksessa Suni, J. & Taulaniemi, A. (toim.). Terveystestaus. Helsinki: Sanoma Pro Oy, 99-127.
- Räisänen, A. 2018. Heikentynyt polven hallinta lisää nuorten riskiä loukkaantua. Fysioterapia 2018 (5), 22-26.
- Räisänen, A.M., Pasanen, K., Krosshaug, T., Vasankari, T., Kannus, P., Heinonen, A., Kujala, U.M., Avela, J., Perttunen, J. & Parkkari, J. 2018. Association between frontal plane knee control and lower extremity injuries. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29387448>. 8.5.2019.
- Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen - aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Schuenke, M., Schulte, E. & Schumacher, U. 2015. Thieme Atlas of Anatomy 2nd edition. General Anatomy and Musculoskeletal System. New York: Thieme Medical Publishers, Inc.
- Steele, J. & Sheppard, J. 2016. Landing mechanics in injury prevention and performance rehabilitation. Teoksessa Joyce, D. & Lewindon, D. (toim.). Sports injury prevention and rehabilitation. Integrating medicine and science for performance solutions. Routledge: New York, 121–138.
- Stensrud. S., Myklebust. G., Kristianslund. E., Bahr. R. & Krosshaug. T. 2010. Correlation between two-dimensional video analysis and subjective assessment in evaluating knee control among elite female team handball players. British Journal of Sports Medicine. <https://bjsm.bmj.com/content/45/7/589>. 16.1.2019.
- Stephenson, L., Fisher, H. & Hinshaw, T. 2015. Isometric squat peak force in range of knee flexion angles strongly related to countermovement jump peak force. [https://www.researchgate.net/publication/274312272\\_Isometric\\_squa](https://www.researchgate.net/publication/274312272_Isometric_squa)

- t\_peak\_force\_in\_range\_of\_knee\_flexion\_angles\_strongly\_related\_to\_countermovement\_jump\_peak\_force. 13.5.2019.
- Suni, J. & Vasankari, T. 2011. Terveyskunto ja fyysinen toimintakyky. Teoksessa Fogelholm, M., Vuori, I. & Vasankari, T. (toim.). Terveysliikunta. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 32-42.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukausepäilyjen käytäntö Suomessa.  
[http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf). 10.5.2019.
- UKK-instituutti. 2018. Liikehallinnan perusta luodaan lapsuudessa.  
[http://www.ukkinstituutti.fi/tietoa\\_terveysliikunnasta/liikunnan\\_vaikutukset/tuki-ja\\_liikuntaelimisto/liikehallintakyky\\_eli\\_motorinen\\_kunto](http://www.ukkinstituutti.fi/tietoa_terveysliikunnasta/liikunnan_vaikutukset/tuki-ja_liikuntaelimisto/liikehallintakyky_eli_motorinen_kunto). 8.5.2019.
- Wong, P & Hong, Y., 2005. Soccer injury in the lower extremities. Department of Sports Science and Physical Education, The Chinese University of Hong Kong, Hong Kong, SAR. British Journal of Sports Medicine.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1725275/pdf/v039p00473.pdf2005>. 1.3.2019.



## **Testiprotokolla**

### **Ohjeistus testitilanteen kulusta**

Testit suoritetaan paljain jaloin, shortseissa ja ilman paitaa. Alaraajan linjauksen seuraamista varten kiinnitetään koehenkilöihin ennen mittaussuorituksia merkit harmaalla teipillä (n. 2 cm x 2 cm) osoittamaan nilkan keskikohtaa, tuberositas tibiae sekä SIAS kohdat. Testi kestää yhteensä n. 90 minuuttia. Testeihin kuuluu seitsemän testiliikettä. Jokainen testiliike ohjeistetaan erikseen. Ennen varsinaisia testisuorituksia testattava saa harjoitella testiliikettä tarpeen mukaan kaksi kertaa.

### **Lämmittely**

Lämmittely suoritetaan kuntopyörällä polkien 10min 100w vastuksella.

### **Testaus**

Testitilana on Karelia-ammattikorkeakoulun testiluokka. Testiliikkeet Kistler -voimalevyjen päällä ovat yhden jalan kyykky, staattinen hyppy, kevennyshyppy sekä pudotushyppy 40cm korkeudelta. Yhden jalan kyykyssä polvikulma vakioidaan 60 asteeseen ja staattisessa- sekä kevennyshypyssä 90-asteeseen. Polvikulman mittaamiseen käytetään goniometriä ja vakiointi testisuorituksissa tapahtuu poikittaisesti asetetun kepin avulla. Keppi on asetettu siten, että se joustaa siihen osuttaessa.

Isometrisen voiman mittaukseen käytetään HUR Performance Recorder laitetta. Mittaus tapahtuu alustaan kiinnitetyillä valjailla, jotka puetaan lantiolle SIAS:ten yläpuolelle sekä hartioille. Isometrisen voiman mittauksessa polvikulma vakioidaan 60 asteeseen. Mittaukset suoritetaan sekä molemmilla jaloilla yhtä aikaa sekä yhdellä jalalla erikseen.

Testattavalla on jokaisessa voimalevyjen päällä suoritettavassa liikkeessä 3 suorituskertaa ja ennen näitä 1-2 harjoituskertaa. Jokaisen suorituksen tulee olla maksimaalinen sekä testaajan puolesta hyväksyty. Suoritusten välissä on 1 minuutin palautumisaika. Isometrisen voiman mittauksessa on 2 suorituskertaa molemmilla jaloilla tapahtuvassa suorituksessa sekä 2 suoritusta yhden jalan suorituksissa. Palautumisaika isometrisien suoritusten välillä on 2 minuuttia.

### **Yhden jalan kyykky**

Testiohje:

Testattava asettuu seisomaan levyille, kädet lantiolla, katse eteenpäin ja selkä suorana. Kyykkyasennossa testattavan pakarat koskettavat keppiä, vakioidussa polven 60° kulmassa. Testattava koukistaa vasemman jalan polven toisen alaraajan viereen.

Suoritusohje:

Suorita liike maksimaalisesti siten, että ala asennossa pakarat koskettavat keppiä. Asetu seisomaan levyille ja laita kädet lantiolle teippien yläpuolelle. Koukista vasemman jalan polvi toisen alaraajan viereen. Katse on eteenpäin ja selkä suorana. Kun kuulet käskyn SUORITA, laskeudu kyykkyyyn oikealla jalalla ja palaa ylös.

### **Staattinen hyppy**

Testiohje:

Testattava asettuu seisomaan levyille, kädet lantiolla, katse eteenpäin ja selkä suorana. Testattava asettuu kyykkyasentoon, jossa pakarat koskettavat keppiä, vakioidussa polven 90° kulmassa. Asento pidetään 3 sekunnin ajan, jonka jälkeen testattava ponnistaa suoraan ylöspäin. Ilmalennon aikana jalat ovat suorana.

Suoritusohje:

Suorita liike maksimaalisesti. Asetu seisomaan levyille ja laita kädet lantiolle teippien yläpuolelle. Käskyllä SUORITA laskeudu kyykkyynteen siten, että pakarat koskettavat keppiä. Pidä asento. Käskyllä NYT ponnista ylöspäin.

### **Kevennyshyppy**

Testiohje:

Testattava asettuu seisomaan levyille, kädet lantiolla, katse eteenpäin ja selkä suorana. Testi suoritetaan maksimaalisesti siten, että ala asennossa pakarat koskettavat keppiä, vakioidussa polven 90° kulmassa. Testattava ponnistaa välittömästi kepin kosketuksesta ylöspäin. Ilmalennon aikana jalat ovat suorana.

Suoritusohje:

Suorita liike maksimaalisesti. Pidä jalat suorina ilmalennon aikana. Asetu seisomaan levyille. Kun kuulet käskyn SUORITA, laskeudu kyykkyynteen siten, että pakarat koskettavat kevyesti keppiä ja ponnista välittömästi ylöspäin.

### **Pudotushyppy**

Testiohje:

Testattava asettuu seisomaan penkille, kädet lantiolla, katse eteenpäin ja selkä suorana. Testi suoritetaan maksimaalisesti. Testattava pudottautuu penkiltä ja ponnistaa ylöspäin välittömästi jalkojen koskettaessa levyjä. Ilmalennon aikana jalat ovat suorana.

Suoritusohje:

Suorita liike maksimaalisesti. Asetu seisomaan penkille siten, että varpaat ylittävät penkin reunan. Kun kuulet käskyn SUORITA, pudottaudu penkiltä levyjen päälle ja ponnista välittömästi ylöspäin.

## **Isometrinen kyykky**

### Testiohje:

Testattavalle puetaan hartioiden yli sekä lantiolle tulevat valjaat. Testattava asettuu seisomaan alustalle ja valjaat kytketään kiinni mittausvälineeseen. Kätet ovat lantiolla, katse eteenpäin ja selkä suorana. Testi suoritetaan maksimaalisesti 5 sekunnin ajan. Testattava ponnistaa alustaa sekä valjaita vasten.

### Suoritusohje:

Suorita liike maksimaalisesti. Asetu seisomaan alustalle ennalta määrätyllä tavalla siten, että molemmat mediaali malleolukset on valjaiden kiinnitys kohdan tasolla. Kun kuulet käskyn SUORITA, ponnista suoraan ylöspäin niin pitkään, kunnes annetaan lupa lopettaa.

## **Isometrinen kyykky yhdellä jalalla**

### Testiohje:

Testattavalle puetaan hartioiden yli sekä lantiolle tulevat valjaat. Testattava asettuu seisomaan alustalle ja valjaat kytketään kiinni mittausvälineeseen. Kätet ovat tukipisteissä tasapainoa ylläpitämässä, katse eteenpäin ja selkä suorana. Testi suoritetaan maksimaalisesti 5 sekunnin ajan. Testattava ponnistaa alustaa sekä valjaita vasten.

### Suoritusohje:

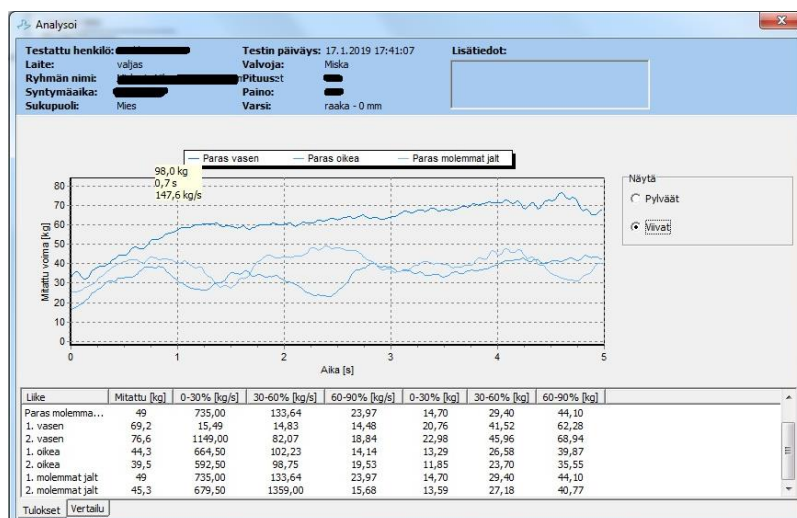
Suorita liike maksimaalisesti. Asetu seisomaan alustalle ennalta määrätyllä tavalla siten, että toisen jalan mediaali malleolus on valjaiden kiinnitys kohdan tasolla ja toinen jalka ilmassa. Kun kuulet käskyn SUORITA, ponnista suoraan ylöspäin niin pitkään, kunnes annetaan lupa lopettaa.



Squat jump - Staattinen hyppy			
Subject	Pelaaja 1	Pelaaja 1	Pelaaja 1
Timestamp	17.1.2019 17:00	17.1.2019 17:01	17.1.2019 17:02
Lower Extremities	Bilateral	Bilateral	Bilateral
Upper Extremities	On Hips	On Hips	On Hips
Repetition	1	2	3
General Parameters --- Jump Height from Take Off V --- [m]	0.302	0.326	0.339
General Parameters --- Jump Height from Flight T --- [m]	0.264	0.283	0.291
General Parameters --- Start interval relative F --- [%BW]	107.9	116.5	114.3
General Parameters --- Start interval relative P --- [W/kg]	0.153	0.337	0.289
General Parameters --- Start interval A --- [m/s <sup>2</sup> ]	0.772	1.621	1.399
General Parameters --- Start interval V --- [m/s]	0.014	0.027	0.024
General Parameters --- Relative maximal F --- [%BW]	214.1	225.9	222.7
General Parameters --- Relative maximal F in the 1st half of Push Off --- [%BW]	209.9	223.3	220.0
General Parameters --- Relative maximal F in the 2nd half of Push Off --- [%BW]	214.1	225.9	222.7
General Parameters --- Relative maximal P --- [W/kg]	45.81	47.96	49.58
General Parameters --- Relative E --- [J/kg]	7.211	7.231	7.645
General Parameters --- A --- [m/s <sup>2</sup> ]	6.246	7.358	7.210
General Parameters --- A in the 1st half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	4.831	6.314	6.239
General Parameters --- A in the 2nd half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	7.638	8.430	8.154
General Parameters --- Vertical Take Off V --- [m/s]	2.276	2.354	2.389
General Parameters --- Average P --- [W]		1316	1497
General Parameters --- Average F --- [N]		1140	1219
General Parameters --- Average V --- [m/s]	1.113	1.199	1.233
Time Parameters --- Push Off T --- [s]	0.389	0.343	0.357
Time Parameters --- Flight T --- [s]	0.464	0.480	0.487
Time Parameters --- T of the 1st half of FI --- [s]	0.219	0.187	0.193
Time Parameters --- T of the 2nd half of FI --- [s]	0.170	0.156	0.164
Time Parameters --- T to maximal F --- [s]	0.235	0.187	0.211
Time Parameters --- T from maximal F to Take Off --- [s]	0.154	0.156	0.146
Force Impulse Parameters --- Total FI --- [Ns]	172.9	179.6	183.1
Force Impulse Parameters --- Total FI from Flight T --- [Ns]	161.6	167.2	169.6
Force Impulse Parameters --- FI in the 1st half of Push Off --- [Ns]	66.17	76.68	78.44
Force Impulse Parameters --- FI in the 2nd half of Push Off --- [Ns]	105.2	102.9	103.0
Force Impulse Parameters --- Ratio between FI in both halves of Push Off --- [%]	62.91	74.54	76.17
Force Impulse Parameters --- FI between Start and maximal F --- [Ns]	98.44	89.72	106.4
Force Impulse Parameters --- FI between maximal F and Take Off --- [Ns]	73.64	88.95	75.81
Force Impulse Parameters --- Ratio of FI before and after maximal F --- [%]	133.7	100.9	140.4
Contralateral Parameters --- Left leg - Start interval relative P --- [W/kg]	2.973	3.304	3.199
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal F --- [%BW]	113.1	117.1	113.1
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal P --- [W/kg]	marras.80	marras.44	joulu.22
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative E --- [J/kg]	1.184	1.059	1.179
Contralateral Parameters --- Left leg - Total FI --- [Ns]	40.54	43.72	41.52
Contralateral Parameters --- Right leg - Start interval relative P --- [W/kg]	2.761	3.227	3.203
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal F --- [%BW]	103.0	110.3	112.1
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal P --- [W/kg]	loka.71	marras.37	marras.81
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative E --- [J/kg]	0.961	1.015	1.058
Contralateral Parameters --- Right leg - Total FI --- [Ns]	45.79	45.23	49.64
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Start interval relative P --- [%]	107.7	102.4	99.87
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal F --- [%]	109.8	106.1	100.9
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal P --- [%]	110.2	100.6	103.5
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative E --- [%]	123.2	104.4	111.4
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Total FI --- [%]	88.53	96.66	83.64

Countermovement jump - Kevennyshyppy			
Subject	Pelaaja 1	Pelaaja 1	Pelaaja 1
Timestamp	17.1.2019 17:05	17.1.2019 17:08	17.1.2019 17:10
Lower Extremities	Bilateral	Bilateral	Bilateral
Upper Extremities	On Hips	On Hips	On Hips
Repetition	1	2	3
General Parameters --- Jump Height from Take Off V --- [m]	0.322	0.287	0.279
General Parameters --- Jump Height from Flight T --- [m]	0.298	0.287	0.281
General Parameters --- Start interval relative F --- [%BW]	206.9	204.3	208.9
General Parameters --- Start interval relative P --- [W/kg]	5.244	5.136	5.424
General Parameters --- Start interval A --- [m/s <sup>2</sup> ]	loka.48	loka.23	loka.68
General Parameters --- Start interval V --- [m/s]	0.249	0.251	0.256
General Parameters --- Relative maximal F --- [%BW]	233.1	220.8	232.4
General Parameters --- Relative maximal F during Counter Movement --- [%BW]	179.2	189.3	185.8
General Parameters --- Relative maximal F during Push Off --- [%BW]	233.1	220.8	232.4
General Parameters --- Relative maximal F in the 1st half of Push Off --- [%BW]	233.1	220.8	232.4
General Parameters --- Relative maximal F in the 2nd half of Push Off --- [%BW]	226.0	218.3	225.7
General Parameters --- Relative minimal F --- [%BW]	77.48	68.23	78.12
General Parameters --- Relative maximal P --- [W/kg]	47.72	44.82	44.22
General Parameters --- Relative E --- [J/kg]	6.982	6.680	6.242
General Parameters --- A --- [m/s <sup>2</sup> ]	2.875	2.461	2.294
General Parameters --- A in the 1st half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	marras.93	marras.15	marras.93
General Parameters --- A in the 2nd half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	7.258	6.292	6.669
General Parameters --- Vertical Take Off V --- [m/s]	2.418	2.374	2.349
General Parameters --- Average P --- [W]	1900	1751	1766
General Parameters --- Average F --- [N]	1379	1317	1356
General Parameters --- Average V --- [m/s]	1.494	1.454	1.425
Time Parameters --- Jump T --- [s]	0.872	0.963	1.017
Time Parameters --- Counter Movement T --- [s]	0.611	0.692	0.766
Time Parameters --- Push Off T --- [s]	0.261	0.271	0.251
Time Parameters --- Ratio between Counter Movement and Push Off T --- [%]	234.1	255.4	305.2
Time Parameters --- Flight T --- [s]	0.493	0.484	0.479
Time Parameters --- Braking T --- [s]	0.340	0.451	0.555
Time Parameters --- T to maximal F --- [s]	0.702	0.781	0.847
Time Parameters --- T to minimal F --- [s]	0.271	0.241	0.211
Force Impulse Parameters --- Push Off FI --- [Ns]	178.1	168.1	165.6
Force Impulse Parameters --- Push Off FI from Flight T --- [Ns]	171.7	168.6	166.8
Force Impulse Parameters --- Negative FI --- [Ns]	-38.40	-50.26	-40.42
Force Impulse Parameters --- Positive FI --- [Ns]	216.8	218.9	206.4
Force Impulse Parameters --- FI in the 1st half of Push Off --- [Ns]	109.4	106.2	105.2
Force Impulse Parameters --- FI in the 2nd half of Push Off --- [Ns]	66.90	60.25	58.70
Force Impulse Parameters --- Ratio between FI in both halves of Push Off --- [%]	163.5	176.3	179.2
Contralateral Parameters --- Left leg - Start interval relative P --- [W/kg]	2.547	2.677	2.644
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal F --- [%BW]	118.3	116.7	117.5
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal P --- [W/kg]	24.17	22.35	21.29
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative E --- [J/kg]	3.590	3.488	3.010
Contralateral Parameters --- Left leg - Push Off FI --- [Ns]	86.29	82.66	85.08
Contralateral Parameters --- Right leg - Start interval relative P --- [W/kg]	2.536	2.282	2.605
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal F --- [%BW]	115.7	107.4	115.2
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal P --- [W/kg]	23.56	22.32	22.88
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative E --- [J/kg]	3.352	3.148	3.191
Contralateral Parameters --- Right leg - Push Off FI --- [Ns]	91.78	85.43	80.52
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Start interval relative P --- [%]	100.4	117.3	101.5
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal F --- [%]	102.3	108.6	102.0
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal P --- [%]	102.6	100.1	93.06
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative E --- [%]	107.1	110.8	94.35
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Push Off FI --- [%]	94.02	96.75	105.7
P3 --- F at Free-fall --- [N/kg]	7.601	6.694	7.664
P3 --- F at Peak Eccentric - Standard --- [N/kg]	17.58	18.57	18.23
P3 --- F at Peak Eccentric - P3 --- [N/kg]	9.733	9.820	9.794
P3 --- F at Begin Concentric - Standard --- [N/kg]	17.72	18.65	18.33
P3 --- F at Begin Concentric - P3 --- [N/kg]	9.755	9.828	9.833
P3 --- F at Peak Concentric --- [N/kg]	22.87	21.66	22.79
P3 --- Total FI --- [Ns/kg]	2.885	2.716	2.576
P3 --- Max RFD --- [N/s]	9148	6013	7254
P3 --- Max Eccentric RFD - Standard --- [N/s]	8259	6013	6051
P3 --- Max Eccentric RFD - P3 --- [N/s]	#NIMI?	#NIMI?	#NIMI?
P3 --- Max Concentric RFD - Standard --- [N/s]	8355	4548	6990
P3 --- Max Concentric RFD - P3 --- [N/s]	9148	6013	7254
P3 --- Total Movement T --- [s]	0.872	0.963	1.017
P3 --- Active Movement T --- [s]	0.601	0.722	0.806
P3 --- L/R Ratio Peak Eccentric - Standard --- [%]	93.41	114.9	95.67
P3 --- L/R Ratio Peak Eccentric - P3 --- [%]	105.1	101.2	110.4
P3 --- L/R Ratio Peak Concentric --- [%]	101.9	110.4	102.1
P3 --- L/R Ratio Eccentric FI - Standard --- [%]	-108.3	-33.34	-112.9
P3 --- L/R Ratio Eccentric FI - P3 --- [%]	NaN	NaN	NaN
P3 --- L/R Ratio Concentric FI - Standard --- [%]	94.02	96.75	105.7
P3 --- L/R Ratio Concentric FI - P3 --- [%]	80.97	115.9	91.78
P3 --- L/R Ratio Total FI --- [%]	91.73	96.73	102.2

Drop jump - Pudotushyppy			
Subject	Pelaaja 1	Pelaaja 1	Pelaaja 1
Timestamp	17.1.2019 17:16	17.1.2019 17:17	17.1.2019 17:19
Lower Extremities	Bilateral	Bilateral	Bilateral
Upper Extremities	On Hips	On Hips	On Hips
Drop Height [cm]	40	40	40
Repetition	1	2	3
General Parameters --- Jump Height from Take Off V --- [m]	0.171	0.509	0.150
General Parameters --- Jump Height from Flight T --- [m]	0.273	0.304	0.259
General Parameters --- Ratio between jump height and Contact T --- [m/s]	0.535	0.664	0.506
General Parameters --- Start interval relative F --- [%BW]	217.1	219.7	222.0
General Parameters --- Start interval relative P --- [W/kg]	6.268	6.374	6.657
General Parameters --- Start interval A --- [m/s <sup>2</sup> ]	marras.48	marras.75	marras.96
General Parameters --- Start interval V --- [m/s]	0.296	0.291	0.307
General Parameters --- Relative maximal F --- [%BW]	542.3	694.0	843.6
General Parameters --- Relative maximal F during Counter Movement --- [%BW]	542.3	694.0	843.6
General Parameters --- Relative maximal F during Push Off --- [%BW]	222.5	255.7	223.6
General Parameters --- Relative maximal F in the 1st half of Push Off --- [%BW]	222.5	255.7	223.6
General Parameters --- Relative maximal F in the 2nd half of Push Off --- [%BW]	208.5	236.1	213.3
General Parameters --- Relative maximal P --- [W/kg]	33.72	62.04	31.89
General Parameters --- Relative E --- [J/kg]	4.387		loka.57 3.834
General Parameters --- Counter Movement A --- [m/s <sup>2</sup> ]	marras.34	marras.99	loka.64
General Parameters --- Push Off A --- [m/s <sup>2</sup> ]	8.040		loka.64 8.201
General Parameters --- Vertical Take Off V --- [m/s]	2.315	2.443	2.256
General Parameters --- Drop Jump / Squat Jump height ratio --- [%]	93.93	104.6	89.22
General Parameters --- Average P --- [W]		1367	2528 1303
General Parameters --- Average F --- [N]		1268	1452 1279
General Parameters --- Average V --- [m/s]	1.206	1.906	1.148
Time Parameters --- Contact T --- [s]	0.511	0.458	0.513
Time Parameters --- Flight T --- [s]	0.472	0.498	0.460
Time Parameters --- Counter Movement T --- [s]	0.283	0.161	0.304
Time Parameters --- Push Off T --- [s]	0.228	0.297	0.209
Time Parameters --- Ratio between Counter Movement and Push Off T --- [%]	124.1	54.21	145.5
Time Parameters --- T to maximal F --- [s]	0.054	0.044	0.045
Time Parameters --- T between maximal F and Take Off --- [s]	0.457	0.414	0.468
Force Impulse Parameters --- Total FI --- [Ns]	358.7	362.2	352.1
Force Impulse Parameters --- Push Off FI from Flight T --- [Ns]	164.4	173.5	160.2
Force Impulse Parameters --- Counter Movement FI --- [Ns]	227.8	137.0	229.6
Force Impulse Parameters --- Push Off FI --- [Ns]	130.1	224.4	121.6
Force Impulse Parameters --- Ratio between Counter Movement and Push Off FI --- [%]	175.1	61.05	188.8
Force Impulse Parameters --- FI between Start and maximal F --- [Ns]	35.64	28.62	28.25
Force Impulse Parameters --- FI between maximal F and Take Off --- [Ns]	320.0	329.6	319.0
Force Impulse Parameters --- Ratio between FI before and after maximal F --- [%]	marras.14	8.682	8.856
Contralateral Parameters --- Left leg - Start interval relative P --- [W/kg]	3.237	2.929	3.480
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal F --- [%BW]	341.7	361.6	409.1
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal P --- [W/kg]	17.50	29.89	16.99
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative E --- [J/kg]	2.404	5.042	2.112
Contralateral Parameters --- Left leg - Push Off FI --- [Ns]	63.93	114.3	60.60
Contralateral Parameters --- Right leg - Start interval relative P --- [W/kg]	2.776	3.206	2.914
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal F --- [%BW]	386.9	350.6	467.6
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal P --- [W/kg]	16.52	32.08	14.85
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative E --- [J/kg]	1.935	5.463	1.677
Contralateral Parameters --- Right leg - Push Off FI --- [Ns]	66.14	110.2	61.03
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Start interval relative P --- [%]	116.6	91.38	119.4
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal F --- [%]	88.32	103.2	87.50
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal P --- [%]	106.0	93.18	114.4
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative E --- [%]	124.2	92.28	125.9
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Push Off FI --- [%]	96.66	103.7	99.29





### Pelaaja 2

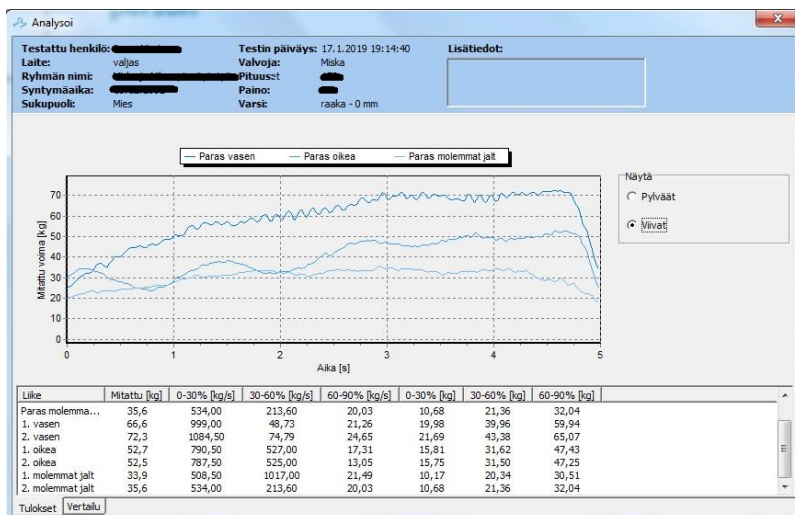
Subject	Pelaaja 2	Pelaaja 2	Pelaaja 2	Pelaaja 2	Pelaaja 2	Pelaaja 2
Body sway - Yhden jalan kyky						
Timestamp	17.1.2019 18:28:09	17.1.2019 18:30:20	17.1.2019 18:31:46	17.1.2019 18:29:44	17.1.2019 18:31:05	17.1.2019 18:32:31
Upper Extremities	On Hips	On Hips	On Hips	On Hips	On Hips	On Hips
Sensory Manipulation	Open Eyes - No Manipulation	Open Eyes - No Manipulation	Open Eyes - No Manipulation	Open Eyes - No Manipulation	Open Eyes - No Manipulation	Open Eyes - No Manipulation
Stance Position	Single Leg Stance - Left	Single Leg Stance - Left	Single Leg Stance - Left	Single Leg Stance - Right	Single Leg Stance - Right	Single Leg Stance - Right
Duration [s]	5	5	5	5	5	5
Dual Task	No Task	No Task	No Task	No Task	No Task	No Task
Footwear	Barefoot	Barefoot	Barefoot	Barefoot	Barefoot	Barefoot
Repetition	1	2	3	1	2	3
Global parameters - General --- Sway path - total --- [mm]	347,2	322,3	304,8	288,4	324,1	286,7
Global parameters - General --- Sway path - A-P --- [mm]	227,4	175,4	191,6	208,7	222,6	195,3
Global parameters - General --- Sway path - M-L --- [mm]	225,4	235,9	200,1	198,1	195,6	193,9
Global parameters - General --- Sway V - total --- [mm/s]	68,11	62,02	59,66	56,58	62,49	56,33
Global parameters - General --- Sway V - A-P --- [mm/s]	44,61	33,75	37,52	40,94	42,92	36,41
Global parameters - General --- Sway V - M-L --- [mm/s]	44,22	45,4	39,18	31,02	37,74	36,15
Global parameters - General --- Sway average amplitude - A-P --- [mm]	1,11,1997	6,496	8,711	8,026	1,10,1960	8,265
Global parameters - General --- Sway average amplitude - M-L --- [mm]	15,3,2019	1,11,2024	8,338	7,529	1,12,2024	1,11,1950
Global parameters - General --- Sway maximal amplitude - A-P --- [mm]	48,97	31,3	29,88	57,98	46,2	60,98
Global parameters - General --- Sway maximal amplitude - M-L --- [mm]	29,96	28,89	24,39	22,92	30,47	23,99
Global parameters - General --- Sway area - total --- [mm <sup>2</sup> ]	1274	811	759,6	1088	1191	1359
Global parameters - General --- Sway area - A-P --- [mm <sup>2</sup> ]	47,85	28,55	20,79	49,48	50,87	66,82
Global parameters - General --- Sway area - M-L --- [mm <sup>2</sup> ]	24,93	24,66	27,3	22,9,2019	24,51	20,74
Global parameters - General --- Mean FRE of total spectrum - M-L --- [Hz]	249,9	156,1	148,7	213,4	229,6	267,1
Global parameters - General --- Sway area per second - A-P --- [mm]	9,387	5,494	4,071	9,707	9,806	13,13
Global parameters - General --- Sway area per second - M-L --- [mm]	4,991	4,744	5,345	4,333	4,724	4,075
Global parameters - General --- Area of 100% ellipse --- [mm <sup>2</sup> ]	206,1	117,2	110,8	203,7	183,4	239,9
Global parameters - General --- FRE from peaks - A-P --- [Hz]	3,728	5,195	4,307	5,101	4,049	3,93
Global parameters - General --- FRE from peaks - M-L --- [Hz]	2,943	4,041	4,699	4,12	3,085	3,144
Global parameters - General --- Mean FRE of total spectrum - A-P --- [Hz]	1,13	1,117	1,098	0,994	0,499	0,411
Global parameters - General --- Mean FRE of total spectrum - M-L --- [Hz]	1,415	1,343	1,057	0,989	0,858	1,165
Global parameters - General --- Peak FRE of total spectrum - A-P --- [Hz]	0,785	0,192	0,783	0,196	0,196	0,196
Global parameters - General --- Peak FRE of total spectrum - M-L --- [Hz]	1,569	1,347	0,196	0,196	0,193	1,179
Global parameters - General --- Mean FRE of 0-1-1 spectrum band - A-P --- [Hz]	0,553	0,428	0,785	0,408	0,408	0,327
Global parameters - General --- Mean FRE of 0-1-1 spectrum band - M-L --- [Hz]	0,573	0,652	0,382	0,46	0,401	0,554
Global parameters - General --- Mean FRE of 1-2 spectrum band - A-P --- [Hz]	1,517	1,62	1,614	1,57	1,305	1,347
Global parameters - General --- Mean FRE of 1-2 spectrum band - M-L --- [Hz]	1,602	1,399	1,463	1,328	1,562	1,392
Global parameters - General --- Mean FRE of 2-10 spectrum band - A-P --- [Hz]	3,119	2,952	3,613	2,899	3,271	3,19
Global parameters - General --- Mean FRE of 2-10 spectrum band - M-L --- [Hz]	2,675	2,967	3,25	2,972	2,628	3,021
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 1st interval - total --- [mm/s]	68,11	62,02	59,66	56,58	62,49	56,33
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 2nd interval - total --- [mm/s]	68,11	62,02	59,66	56,58	62,49	56,33
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 3rd interval - total --- [mm/s]	68,11	62,02	59,66	56,58	62,49	56,33
Global parameters - Interval specific --- Sway V endurance index - total --- [%]	100	100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway V fatigue index - total --- [%]	100	100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 1st interval - A-P --- [mm/s]	44,61	33,75	37,52	40,94	42,92	36,41
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 2nd interval - A-P --- [mm/s]	44,61	33,75	37,52	40,94	42,92	36,41
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 3rd interval - A-P --- [mm/s]	44,61	33,75	37,52	40,94	42,92	36,41
Global parameters - Interval specific --- Sway V endurance index - A-P --- [%]	100	100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway V fatigue index - A-P --- [%]	100	100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 1st interval - M-L --- [mm/s]	44,22	45,4	39,18	31,02	37,74	36,15
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 2nd interval - M-L --- [mm/s]	44,22	45,4	39,18	31,02	37,74	36,15
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 3rd interval - M-L --- [mm/s]	44,22	45,4	39,18	31,02	37,74	36,15
Global parameters - Interval specific --- Sway V endurance index - M-L --- [%]	100	100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway V fatigue index - M-L --- [%]	100	100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude of the 1st interval - A-P --- [mm]	6,1	3,376	4,45	4,091	5,499	4,715
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude of the 2nd interval - A-P --- [mm]	6,1	3,376	4,45	4,091	5,499	4,715
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude of the 3rd interval - A-P --- [mm]	6,1	3,376	4,45	4,091	5,499	4,715
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude endurance index - A-P --- [%]	100	100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude fatigue index - A-P --- [%]	100	100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude of the 1st interval - M-L --- [mm]	7,659	5,839	4,259	3,838	6,347	5,851
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude of the 2nd interval - M-L --- [mm]	7,659	5,839	4,259	3,838	6,347	5,851
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude of the 3rd interval - M-L --- [mm]	7,659	5,839	4,259	3,838	6,347	5,851
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude endurance index - M-L --- [%]	100	100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude fatigue index - M-L --- [%]	100	100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks of the 1st interval - A-P --- [Hz]	3,728	5,195	4,307	5,101	4,049	3,93
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks of the 2nd interval - A-P --- [Hz]	3,728	5,195	4,307	5,101	4,049	3,93
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks of the 3rd interval - A-P --- [Hz]	3,728	5,195	4,307	5,101	4,049	3,93
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks endurance index - A-P --- [%]	100	100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks fatigue index - A-P --- [%]	100	100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks of the 2nd interval - M-L --- [Hz]	2,943	4,041	4,699	4,12	3,085	3,144
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks of the 3rd interval - M-L --- [Hz]	2,943	4,041	4,699	4,12	3,085	3,144
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks endurance index - M-L --- [%]	100	100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks fatigue index - M-L --- [%]	100	100	100	100	100	100
Structural parameters - Diffusion plots --- Short-range slope on linear scale - total --- [mm <sup>2</sup> /s]	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Structural parameters - Diffusion plots --- Long-range slope on linear scale - total --- [mm <sup>2</sup> /s]	0,39	0,926	0,946	0,324	0,887	0,417
Structural parameters - Diffusion plots --- Short-range slope on logarithmic scale - total --- [mm <sup>2</sup> /s]	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Structural parameters - Diffusion plots --- Long-range slope on logarithmic scale - total --- [mm <sup>2</sup> /s]	111	220	165,8	32,02	250,2	79,49
Structural parameters - Diffusion plots --- Short-range slope on linear scale - A-P --- [mm <sup>2</sup> /s]	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Structural parameters - Diffusion plots --- Long-range slope on linear scale - A-P --- [mm <sup>2</sup> /s]	0,074	0,952	0,96	0,914	0,909	0,941
Structural parameters - Diffusion plots --- Short-range slope on logarithmic scale - A-P --- [mm <sup>2</sup> /s]	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Structural parameters - Diffusion plots --- Long-range slope on logarithmic scale - A-P --- [mm <sup>2</sup> /s]	-1,02	140,8	81,77	63,33	119,3	99,34
Structural parameters - Diffusion plots --- Short-range slope on linear scale - M-L --- [mm <sup>2</sup> /s]	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Structural parameters - Diffusion plots --- Long-range slope on linear scale - M-L --- [mm <sup>2</sup> /s]	0,487	0,378	0,12	0,375	0,999	0,485
Structural parameters - Diffusion plots --- Short-range slope on logarithmic scale - M-L --- [mm <sup>2</sup> /s]	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Structural parameters - Diffusion plots --- Long-range slope on logarithmic scale - M-L --- [mm <sup>2</sup> /s]	111,6	20,85	0,807	35,02	126,1	78,84
Structural parameters - Density plots --- Mean value of peaks --- [s]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Structural parameters - Density plots --- Variability of peaks --- [s]	157,49	7142	9944	10716	13008	11284
Structural parameters - Density plots --- Mean T interval between successive peaks --- [s]	0,722	0,432	0,423	0,471	0,66	0,59
Structural parameters - Density plots --- Variability of T interval between successive peaks --- [s]	0	0	0	0	0	0
Structural parameters - Density plots --- Mean distance between successive peaks --- [mm]	9490	4921	5940	7971	11154	6702
Structural parameters - Density plots --- Variability of distance between successive peaks --- [mm]	0,835	0,081	0,065	0,12	0,589	0,35
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Recurrence rate - A-P --- [%]	0,652	0,684	0,69	0,672	0,681	0,663
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Recurrence rate - M-L --- [%]	0,835	0,753	0,732	0,874	0,852	0,921
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Average diagonal line length - A-P --- [%]	0,465	0,516	0,969	0,525	0,553	0,501
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Average diagonal line length - M-L --- [%]	0,615	0,819	0,772	0,453	0,414	0,699
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Entropy - A-P --- [bits]	1,349	1,522	1,563	1,338	1,405	1,577
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Entropy - M-L --- [bits]	1,163	1,358	1,334	1,353	1,166	1,389
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Laminarity - A-P --- [%]	2,359	2,616	2,619	2,296	2,643	2,648
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Laminarity - M-L --- [%]	2,451	2,63	2,64	2,434	2,313	2,625
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Trapping time - A-P --- [s]	82,53	86,44	89,33	87,49	84,55	87,85
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Trapping time - M-L --- [s]	83,31	89,25	87,03	81,6	80,29	87,65
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Determinism - A-P --- [%]	0,65	0,864	1,123	0,794	0,811	0,727
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Determinism - M-L --- [%]	0,607	0,837	0,961	0,651	0,631	0,743
Structural parameters - Sample entropy --- Sample entropy in medio-lateral direction --- [a.u.]	98,19	97,71	99,07	98,08	97,97	98,58
Structural parameters - Sample entropy --- Sample entropy in antero-posterior direction --- [a.u.]	97,37	98,26	98	96,71	96,53	97,13

Squat jump - Staattinen hyppy			
Subject	Pelaaja 2	Pelaaja 2	Pelaaja 2
Timestamp	17.1.2019 18:36	17.1.2019 18:37	17.1.2019 18:38
Lower Extremities	Bilateral	Bilateral	Bilateral
Upper Extremities	On Hips	On Hips	On Hips
Repetition	1	2	3
General Parameters --- Jump Height from Take Off V --- [m]	0.227	0.228	0.225
General Parameters --- Jump Height from Flight T --- [m]	0.238	0.245	0.245
General Parameters --- Start interval relative F --- [%BW]	102.6	103.2	104.0
General Parameters --- Start interval relative P --- [W/kg]	0.058	0.067	0.080
General Parameters --- Start interval A --- [m/s <sup>2</sup> ]	0.252	0.309	0.388
General Parameters --- Start interval V --- [m/s]	0.006	0.007	0.008
General Parameters --- Relative maximal F --- [%BW]	204.6	210.0	209.6
General Parameters --- Relative maximal F in the 1st half of Push Off --- [%BW]	150.5	148.6	161.9
General Parameters --- Relative maximal F in the 2nd half of Push Off --- [%BW]	204.6	210.0	209.6
General Parameters --- Relative maximal P --- [W/kg]	37.89	39.08	38.23
General Parameters --- Relative E --- [J/kg]	6.209	6.304	6.095
General Parameters --- A --- [m/s <sup>2</sup> ]	4.156	4.269	4.670
General Parameters --- A in the 1st half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	2.135	2.452	2.892
General Parameters --- A in the 2nd half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	6.181	6.085	6.441
General Parameters --- Vertical Take Off V --- [m/s]	2.163	2.193	2.193
General Parameters --- Average P --- [W]	730.9	761.6	810.1
General Parameters --- Average F --- [N]	833.5	840.2	864.1
General Parameters --- Average V --- [m/s]	0.800	0.840	0.883
Time Parameters --- Push Off T --- [s]	0.507	0.494	0.449
Time Parameters --- Flight T --- [s]	0.441	0.447	0.447
Time Parameters --- T of the 1st half of FI --- [s]	0.336	0.325	0.280
Time Parameters --- T of the 2nd half of FI --- [s]	0.171	0.169	0.169
Time Parameters --- T to maximal F --- [s]	0.405	0.389	0.342
Time Parameters --- T from maximal F to Take Off --- [s]	0.102	0.105	0.107
Force Impulse Parameters --- Total FI --- [Ns]	126.0	126.1	125.4
Force Impulse Parameters --- Total FI from Flight T --- [Ns]	129.1	130.8	130.8
Force Impulse Parameters --- FI in the 1st half of Push Off --- [Ns]	32.21	36.00	38.48
Force Impulse Parameters --- FI in the 2nd half of Push Off --- [Ns]	93.82	89.84	86.19
Force Impulse Parameters --- Ratio between FI in both halves of Push Off --- [%]	34.34	40.07	44.64
Force Impulse Parameters --- FI between Start and maximal F --- [Ns]	100.8	99.22	98.73
Force Impulse Parameters --- FI between maximal F and Take Off --- [Ns]	24.67	26.26	
Force Impulse Parameters --- Ratio of FI before and after maximal F --- [%]	408.4	377.8	379.3
Contralateral Parameters --- Left leg - Start interval relative P --- [W/kg]	2.023	2.091	2.245
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal F --- [%BW]	100.7	102.0	102.2
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal P --- [W/kg]	8.920	9.141	8.945
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative E --- [J/kg]	0.860	0.850	0.860
Contralateral Parameters --- Left leg - Total FI --- [Ns]	32.38	33.76	30.95
Contralateral Parameters --- Right leg - Start interval relative P --- [W/kg]	2.019	2.128	2.274
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal F --- [%BW]	104.3	109.8	108.0
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal P --- [W/kg]	9.501	9.940	9.655
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative E --- [J/kg]	0.916	0.934	0.925
Contralateral Parameters --- Right leg - Total FI --- [Ns]	30.54	29.13	31.54
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Start interval relative P --- [%]	100.2	98.28	98.72
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal F --- [%]	96.60	92.84	94.66
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal P --- [%]	93.89	91.96	92.65
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative E --- [%]	93.85	91.00	93.05
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Total FI --- [%]	106.0	115.9	98.13

26.maalis

Countermovement jump - Kevennyshyppy			
Subject	Pelaaja 2	Pelaaja 2	Pelaaja 2
Timestamp	17.1.2019 18:41	17.1.2019 18:42	17.1.2019 18:43
Lower Extremities	Bilateral	Bilateral	Bilateral
Upper Extremities	On Hips	On Hips	On Hips
Repetition	1	2	3
General Parameters --- Jump Height from Take Off V --- [m]	0.225	0.232	0.235
General Parameters --- Jump Height from Flight T --- [m]	0.252	0.262	0.255
General Parameters --- Start interval relative F --- [%BW]	174.4	169.2	172.0
General Parameters --- Start interval relative P --- [W/kg]	3.207	2.864	3.029
General Parameters --- Start interval A --- [m/s <sup>2</sup> ]	7.301	6.793	7.061
General Parameters --- Start interval V --- [m/s]	0.188	0.172	0.179
General Parameters --- Relative maximal F --- [%BW]	207.3	198.2	200.0
General Parameters --- Relative maximal F during Counter Movement --- [%BW]	174.4	165.0	169.1
General Parameters --- Relative maximal F during Push Off --- [%BW]	207.3	198.2	200.0
General Parameters --- Relative maximal F in the 1st half of Push Off --- [%BW]	176.3	170.7	173.1
General Parameters --- Relative maximal F in the 2nd half of Push Off --- [%BW]	207.3	198.2	200.0
General Parameters --- Relative minimal F --- [%BW]	62.23	64.90	57.76
General Parameters --- Relative maximal P --- [W/kg]	38.59	38.63	38.95
General Parameters --- Relative E --- [J/kg]	6.275	6.518	6.617
General Parameters --- A --- [m/s <sup>2</sup> ]	1.844	1.746	1.822
General Parameters --- A in the 1st half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	5.521	5.816	6.197
General Parameters --- A in the 2nd half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	6.030	5.839	5.657
General Parameters --- Vertical Take Off V --- [m/s]	2.222	2.266	2.237
General Parameters --- Average P --- [W]		1032	1063
General Parameters --- Average F --- [N]	930.1	933.2	939.1
General Parameters --- Average V --- [m/s]	1.142	1.180	1.213
Time Parameters --- Jump T --- [s]	1.137	1.220	1.176
Time Parameters --- Counter Movement T --- [s]	0.774	0.854	0.814
Time Parameters --- Push Off T --- [s]	0.363	0.366	0.362
Time Parameters --- Ratio between Counter Movement and Push Off T --- [%]	213.2	233.3	224.9
Time Parameters --- Flight T --- [s]	0.453	0.462	0.456
Time Parameters --- Braking T --- [s]	0.495	0.635	0.617
Time Parameters --- T to maximal F --- [s]	1.042	1.119	1.082
Time Parameters --- T to minimal F --- [s]	0.279	0.219	0.197
Force Impulse Parameters --- Push Off FI --- [Ns]	125.2	127.4	128.1
Force Impulse Parameters --- Push Off FI from Flight T --- [Ns]	132.6	135.2	133.5
Force Impulse Parameters --- Negative FI --- [Ns]	-48.70	-39.59	-46.28
Force Impulse Parameters --- Positive FI --- [Ns]	174.1	167.0	174.4
Force Impulse Parameters --- FI in the 1st half of Push Off --- [Ns]	59.58	63.13	66.55
Force Impulse Parameters --- FI in the 2nd half of Push Off --- [Ns]	65.61	63.86	61.21
Force Impulse Parameters --- Ratio between FI in both halves of Push Off --- [%]	90.82	98.86	108.7
Contralateral Parameters --- Left leg - Start interval relative P --- [W/kg]	1.498	1.409	1.361
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal F --- [%BW]	104.2	93.66	95.49
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal P --- [W/kg]	19.18	18.32	18.71
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative E --- [J/kg]	3.089	3.168	3.212
Contralateral Parameters --- Left leg - Push Off FI --- [Ns]	61.41	63.47	59.48
Contralateral Parameters --- Right leg - Start interval relative P --- [W/kg]	1.584	1.348	1.553
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal F --- [%BW]	103.1	105.1	104.5
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal P --- [W/kg]	19.28	20.20	20.13
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative E --- [J/kg]	3.145	3.313	3.366
Contralateral Parameters --- Right leg - Push Off FI --- [Ns]	63.78	63.90	68.65
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Start interval relative P --- [%]	94.51	104.5	87.61
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal F --- [%]	101.0	89.07	91.34
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal P --- [%]	99.48	90.73	92.95
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative E --- [%]	98.24	95.64	95.45
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Push Off FI --- [%]	96.28	99.32	86.65
P3 --- F at Free-fall --- [N/kg]	6.104	6.367	5.667
P3 --- F at Peak Eccentric - Standard --- [N/kg]		17.marras	16.18
P3 --- F at Peak Eccentric - P3 --- [N/kg]	17.29	16.75	16.59
P3 --- F at Begin Concentric - Standard --- [N/kg]	17.13	16.21	16.62
P3 --- F at Begin Concentric - P3 --- [N/kg]	13.75	14.51	10.tammi
P3 --- F at Peak Concentric --- [N/kg]	20.34	19.45	19.62
P3 --- Total FI --- [Ns/kg]	2.533	2.444	2.525
P3 --- Max RFD --- [Ns]		4439	3844
P3 --- Max Eccentric RFD - Standard --- [Ns]		2629	2885
P3 --- Max Eccentric RFD - P3 --- [Ns]		2629	2885
P3 --- Max Concentric RFD - Standard --- [Ns]		4439	3844
P3 --- Max Concentric RFD - P3 --- [Ns]		4439	3844
P3 --- Total Movement T --- [s]	1.137	1.220	1.176
P3 --- Active Movement T --- [s]	0.858	1.001	0.979
P3 --- L/R Ratio Peak Eccentric - Standard --- [%]	96.83	103.6	85.79
P3 --- L/R Ratio Peak Eccentric - P3 --- [%]	96.05	104.3	107.9
P3 --- L/R Ratio Peak Concentric --- [%]	101.0	88.65	91.34
P3 --- L/R Ratio Eccentric FI - Standard --- [%]	-118.9	-81.95	-55.70
P3 --- L/R Ratio Eccentric FI - P3 --- [%]	85.69	107.4	50.59
P3 --- L/R Ratio Concentric FI - Standard --- [%]	96.28	99.32	86.65
P3 --- L/R Ratio Concentric FI - P3 --- [%]	97.37	99.22	90.30
P3 --- L/R Ratio Total FI --- [%]	92.31	100.9	88.61

Drop jump - Pudotushyppy			
Subject	Pelaaja 2	Pelaaja 2	Pelaaja 2
Timestamp	17.1.2019 18:49	17.1.2019 18:50	17.1.2019 18:51
Lower Extremities	Bilateral	Bilateral	Bilateral
Upper Extremities	On Hips	On Hips	On Hips
Drop Height [cm]	40	40	40
Repetition	1	2	3
General Parameters --- Jump Height from Take Off V --- [m]	0.074	0.254	0.253
General Parameters --- Jump Height from Flight T --- [m]	0.183	0.265	0.276
General Parameters --- Ratio between jump height and Contact T --- [m/s]	0.261	0.410	0.383
General Parameters --- Start interval relative F --- [%BW]	176.0	196.8	184.6
General Parameters --- Start interval relative P --- [W/kg]	3.454	4.791	3.885
General Parameters --- Start interval A --- [m/s <sup>2</sup> ]	7.456	9.493	8.296
General Parameters --- Start interval V --- [m/s]	0.208	0.254	0.217
General Parameters --- Relative maximal F --- [%BW]	281.4	355.6	351.5
General Parameters --- Relative maximal F during Counter Movement --- [%BW]	281.4	355.6	351.5
General Parameters --- Relative maximal F during Push Off --- [%BW]	197.7	212.0	191.2
General Parameters --- Relative maximal F in the 1st half of Push Off --- [%BW]	197.7	212.0	191.2
General Parameters --- Relative maximal F in the 2nd half of Push Off --- [%BW]	169.2	198.0	189.5
General Parameters --- Relative maximal P --- [W/kg]	20.71	40.30	39.31
General Parameters --- Relative E --- [J/kg]	3.605	7.182	7.356
General Parameters --- Counter Movement A --- [m/s <sup>2</sup> ]	9.628	10.tammi	8.476
General Parameters --- Push Off A --- [m/s <sup>2</sup> ]	3.502	6.090	5.817
General Parameters --- Vertical Take Off V --- [m/s]	1.893	2.281	2.325
General Parameters --- Drop Jump / Squat Jump height ratio --- [%]	74.57	108.2	112.4
General Parameters --- Average P --- [W]	625.4	1168	1146
General Parameters --- Average F --- [N]	794.4	948.8	932.6
General Parameters --- Average V --- [m/s]	0.852	1.299	1.295
Time Parameters --- Contact T --- [s]	0.700	0.646	0.719
Time Parameters --- Flight T --- [s]	0.386	0.465	0.474
Time Parameters --- Counter Movement T --- [s]	0.356	0.279	0.336
Time Parameters --- Push Off T --- [s]	0.344	0.367	0.383
Time Parameters --- Ratio between Counter Movement and Push Off T --- [%]	103.5	76.02	87.73
Time Parameters --- T to maximal F --- [s]	0.050	0.051	0.055
Time Parameters --- T between maximal F and Take Off --- [s]	0.650	0.595	0.664
Force Impulse Parameters --- Total FI --- [Ns]	277.0	300.7	303.5
Force Impulse Parameters --- Push Off FI from Flight T --- [Ns]	113.0	136.1	138.7
Force Impulse Parameters --- Counter Movement FI --- [Ns]	204.5	166.7	170.0
Force Impulse Parameters --- Push Off FI --- [Ns]	71.89	133.3	133.0
Force Impulse Parameters --- Ratio between Counter Movement and Push Off FI --- [%]	284.5	125.0	127.8
Force Impulse Parameters --- FI between Start and maximal F --- [Ns]	13.18	15.86	22.87
Force Impulse Parameters --- FI between maximal F and Take Off --- [Ns]	262.8	283.3	279.1
Force Impulse Parameters --- Ratio between FI before and after maximal F --- [%]	5.016	5.598	8.192
Contralateral Parameters --- Left leg - Start interval relative P --- [W/kg]	1.534	2.052	1.949
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal F --- [%BW]	119.5	181.2	162.7
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal P --- [W/kg]	9.877	19.97	19.18
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative E --- [J/kg]	1.619	3.442	3.697
Contralateral Parameters --- Left leg - Push Off FI --- [Ns]	37.95	59.02	67.73
Contralateral Parameters --- Right leg - Start interval relative P --- [W/kg]	1.755	2.527	1.774
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal F --- [%BW]	179.1	212.6	195.3
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal P --- [W/kg]	loka.79	20.15	19.96
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative E --- [J/kg]	1.943	3.677	3.606
Contralateral Parameters --- Right leg - Push Off FI --- [Ns]	33.94	74.31	65.25
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Start interval relative P --- [%]	87.42	81.19	109.9
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal F --- [%]	66.75	85.22	83.32
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal P --- [%]	91.51	99.14	96.10
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative E --- [%]	83.32	93.62	102.5
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Push Off FI --- [%]	111.8	79.43	103.8



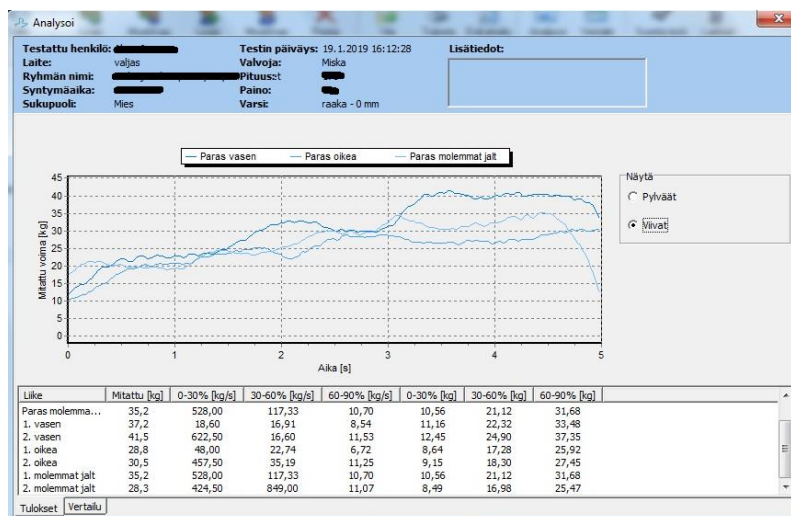
**Pelaaja 3**

Body sway - Yhden jalan kyykky		Pelaaja 3	Pelaaja 3	Pelaaja 3	Pelaaja 3	Pelaaja 3	Pelaaja 3
Subject							
Timestamp		19.1.2019 14:58:43	19.1.2019 15:01:04	19.1.2019 15:02:59	19.1.2019 14:57:52	19.1.2019 14:59:52	19.1.2019 15:02:18
Upper Extremities		On Hips	On Hips	On Hips	On Hips	On Hips	On Hips
Sensory Manipulation		Open Eyes - No Manipulation	Open Eyes - No Manipulation	Open Eyes - No Manipulation	Open Eyes - No Manipulation	Open Eyes - No Manipulation	Open Eyes - No Manipulation
Stance Position		Single Leg Stance - Left	Single Leg Stance - Left	Single Leg Stance - Left	Single Leg Stance - Right	Single Leg Stance - Right	Single Leg Stance - Right
Duration [s]		5	5	5	5	5	5
Dual Task		No Task	No Task	No Task	No Task	No Task	No Task
Footwear		Barefoot	Barefoot	Barefoot	Barefoot	Barefoot	Barefoot
Repetition		1	2	3	1	2	3
Global parameters - General --- Sway path - total --- [mm]		386	659,9	457,1	646	774,1	531,1
Global parameters - General --- Sway path - A-P --- [mm]		300,4	292	244,3	251,2	264,6	229,5
Global parameters - General --- Sway path - M-L --- [mm]		193,2	515,5	331,7	508	634	403,2
Global parameters - General --- Sway V - total --- [mm/s]		77,72	129,5	89,72	127	149,2	104
Global parameters - General --- Sway V - A-P --- [mm/s]		58,96	57,29	47,96	48,39	51,01	44,85
Global parameters - General --- Sway V - M-L --- [mm/s]		37,92	101,2	65,11	99,87	122,2	78,99
Global parameters - General --- Sway average amplitude - M-L --- [mm]		20,3,2019	9,2	42,97	13,9	11,1,1998	13,22
Global parameters - General --- Sway maximal amplitude - A-P --- [mm]			96,39	61,53	50,17	54,58	60,83
Global parameters - General --- Sway maximal amplitude - M-L --- [mm]			42,99	330,4	42,85	365,3	379,5
Global parameters - General --- Sway area - total --- [mm²]			2285	6843	2173	10072	9013
Global parameters - General --- Sway area - A-P --- [mm²]			138,5	72,25	61,06	57,25	70,56
Global parameters - General --- Sway area - M-L --- [mm²]			28,66	121,8	52,46	321,2	352,8
Global parameters - General --- Sway area per second - total --- [mm²/s]			448,4	1343	428,5	1980	1738
Global parameters - General --- Sway area per second - A-P --- [mm²/s]			27,18	14,18	1,11,1998	1,11,2025	13,6
Global parameters - General --- Sway area per second - M-L --- [mm²/s]			5,625	23,89	1,10,1930	63,14	68,02
Global parameters - General --- Area of 100% ellipse --- [mm²]			685,6	2737	480,7	3899	4165
Global parameters - General --- FFE from peaks - A-P --- [Hz]			2,844	4,12	4,318	4,521	3,856
Global parameters - General --- FFE from peaks - M-L --- [Hz]			4,122	2,354	2,748	4,325	2,892
Global parameters - General --- Mean FRE of total spectrum - A-P --- [Hz]			0,299	0,473	0,659	0,64	0,595
Global parameters - General --- Mean FRE of total spectrum - M-L --- [Hz]			0,196	1,0162	0,762	0,923	0,271
Global parameters - General --- Peak FRE of total spectrum - A-P --- [Hz]			0,196	0,196	0,196	0,393	0,193
Global parameters - General --- Peak FRE of total spectrum - M-L --- [Hz]			0,785	0,196	0,196	0,197	0,193
Global parameters - General --- Mean FRE of 0-1 spectrum band - A-P --- [Hz]			0,224	0,258	0,323	0,517	0,348
Global parameters - General --- Mean FRE of 0-1 spectrum band - M-L --- [Hz]			0,696	0,461	0,294	0,222	0,226
Global parameters - General --- Mean FRE of 1-2 spectrum band - A-P --- [Hz]			1,484	1,388	1,38	1,549	1,603
Global parameters - General --- Mean FRE of 1-2 spectrum band - M-L --- [Hz]			1,424	1,491	1,498	1,585	1,405
Global parameters - General --- Mean FRE of 2-10 spectrum band - A-P --- [Hz]			3,25	4,337	3,251	4,338	2,887
Global parameters - General --- Mean FRE of 2-10 spectrum band - M-L --- [Hz]			3,344	3	2,713	3,011	2,927
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 1st interval - total --- [mm/s]			77,72	129,5	89,72	127	149,2
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 2nd interval - total --- [mm/s]			77,72	129,5	89,72	127	149,2
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 3rd interval - total --- [mm/s]			77,72	129,5	89,72	127	149,2
Global parameters - Interval specific --- Sway V endurance index - total --- [%]			100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway V fatigue index - total --- [%]			100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 1st interval - A-P --- [mm/s]			58,96	57,29	47,96	48,39	51,01
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 2nd interval - A-P --- [mm/s]			58,96	57,29	47,96	48,39	51,01
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 3rd interval - A-P --- [mm/s]			58,96	57,29	47,96	48,39	51,01
Global parameters - Interval specific --- Sway V endurance index - A-P --- [%]			100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway V fatigue index - A-P --- [%]			100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 1st interval - M-L --- [mm/s]			37,92	101,2	65,11	99,87	122,2
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 2nd interval - M-L --- [mm/s]			37,92	101,2	65,11	99,87	122,2
Global parameters - Interval specific --- Sway V of the 3rd interval - M-L --- [mm/s]			37,92	101,2	65,11	99,87	122,2
Global parameters - Interval specific --- Sway V fatigue index - M-L --- [%]			100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway V endurance index - M-L --- [%]			100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude of the 1st interval - A-P --- [mm]		1,10,2020	7,087	5,669	5,567	5,567	6,882
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude of the 2nd interval - A-P --- [mm]		1,10,2020	7,087	5,669	5,567	5,567	6,882
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude of the 3rd interval - A-P --- [mm]		1,10,2020	7,087	5,669	5,567	5,567	6,882
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude endurance index - A-P --- [%]			100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude fatigue index - A-P --- [%]			100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude of the 1st interval - M-L --- [mm]			4,887	21,9	12,7,2019	1,11,1975	21,92
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude of the 2nd interval - M-L --- [mm]			4,887	21,9	12,7,2019	1,11,1975	21,92
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude of the 3rd interval - M-L --- [mm]			4,887	21,9	12,7,2019	1,11,1975	21,92
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude endurance index - M-L --- [%]			100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway average amplitude fatigue index - M-L --- [%]			100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks of the 1st interval - A-P --- [Hz]			2,944	4,12	4,318	4,521	3,856
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks of the 2nd interval - A-P --- [Hz]			2,944	4,12	4,318	4,521	3,856
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks of the 3rd interval - A-P --- [Hz]			2,944	4,12	4,318	4,521	3,856
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks endurance index - A-P --- [%]			100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks fatigue index - A-P --- [%]			100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks of the 1st interval - M-L --- [Hz]			4,122	2,354	2,748	4,325	2,892
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks of the 2nd interval - M-L --- [Hz]			4,122	2,354	2,748	4,325	2,892
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks of the 3rd interval - M-L --- [Hz]			4,122	2,354	2,748	4,325	2,892
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks endurance index - M-L --- [%]			100	100	100	100	100
Global parameters - Interval specific --- Sway FRE from peaks fatigue index - M-L --- [%]			100	100	100	100	100
Structural parameters - Diffusion plots --- Long-range slope on linear scale - total --- [mm²/s]		NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Structural parameters - Diffusion plots --- Long-range slope on logarithmic scale - total --- [mm²/s]		NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Structural parameters - Diffusion plots --- Short-range slope on linear scale - A-P --- [mm²/s]		NaN	591,7	2631	655,4	6861	7157
Structural parameters - Diffusion plots --- Short-range slope on linear scale - M-L --- [mm²/s]		NaN	1,58	0,437	0,953	0,535	0,523
Structural parameters - Diffusion plots --- Long-range slope on logarithmic scale - A-P --- [mm²/s]		NaN	3,156	NaN	502,1	5,673	6964
Structural parameters - Diffusion plots --- Long-range slope on logarithmic scale - M-L --- [mm²/s]		NaN	NaN	2582	NaN	NaN	NaN
Structural parameters - Diffusion plots --- Short-range slope on linear scale - M-L --- [mm²/s]		NaN	0,7	0,516	0,564	0,371	0,531
Structural parameters - Diffusion plots --- Long-range slope on linear scale - M-L --- [mm²/s]		NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Structural parameters - Diffusion plots --- Long-range slope on logarithmic scale - M-L --- [mm²/s]		NaN	583,4	178,1	147,9	59,94	198,8
Structural parameters - Density plots --- Mean value of peaks --- [s]			0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Structural parameters - Density plots --- Variability of peaks --- [s]			27557	18613	21041	50156	12710
Structural parameters - Density plots --- Mean T interval between successive peaks --- [s]			0,767	0,439	0,544	0,547	0,445
Structural parameters - Density plots --- Variability of T interval between successive peaks --- [s]			0	0	0	0	0
Structural parameters - Density plots --- Mean distance between successive peaks --- [mm]			23312	7115	15605	107893	7347
Structural parameters - Density plots --- Variability of distance between successive peaks --- [mm]			0,803	0,074	0,248	0,623	0,04
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Recurrence rate - A-P --- [%]			0,753	0,974	0,834	0,891	0,988
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Recurrence rate - M-L --- [%]			0,934	0,87	0,856	0,867	0,867
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Average diagonal line length - A-P --- [%]			0,395	0,417	0,449	0,515	0,479
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Average diagonal line length - M-L --- [%]			0,735	2,528	1,245	3,114	2,773
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Entropy - A-P --- [bits]			1,937	1,464	1,655	1,459	1,691
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Entropy - M-L --- [bits]			1,912	2,009	1,953	2,824	2,007
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Laminarity - A-P --- [%]			2,793	2,42	2,631	2,567	2,748
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Laminarity - M-L --- [%]			2,764	3,12	2,985	3,263	2,782
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Trapping time - A-P --- [%]			84,01	85,14	84,83	84,91	87,76
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Trapping time - M-L --- [%]			92,5	98,24	93,12	98,71	98,79
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Determinism - A-P --- [%]			0,836	0,835	0,799	0,748	0,837
Structural parameters - Recurrence quantification analysis --- Determinism - M-L --- [%]			1,005	1,296	1,196	1,833	1,62
Structural parameters - Sample entropy --- Sample entropy in medio-lateral direction --- [a.u.]			98,85	98,6	98,13	98,23	98,57
Structural parameters - Sample entropy --- Sample entropy in antero-posterior direction --- [a.u.]			99,21	99,49	99,27	99,54	99,75

Squat jump - Staattinen hyppy			
Subject	Pelaaja 3	Pelaaja 3	Pelaaja 3
Timestamp	19.1.2019 15:10	19.1.2019 15:12	19.1.2019 15:13
Lower Extremities	Bilateral	Bilateral	Bilateral
Upper Extremities	On Hips	On Hips	On Hips
Repetition	1	2	3
General Parameters --- Jump Height from Take Off V --- [m]	0.291	0.268	0.314
General Parameters --- Jump Height from Flight T --- [m]	0.276	0.256	0.283
General Parameters --- Start interval relative F --- [%BW]	112.9	110.9	109.6
General Parameters --- Start interval relative P --- [W/kg]	0.252	0.207	0.194
General Parameters --- Start interval A --- [m/s <sup>2</sup> ]	1.263	1.067	0.937
General Parameters --- Start interval V --- [m/s]	0.021	0.018	0.017
General Parameters --- Relative maximal F --- [%BW]	256.3	238.6	242.4
General Parameters --- Relative maximal F in the 1st half of Push Off --- [%BW]	240.8	217.8	207.5
General Parameters --- Relative maximal F in the 2nd half of Push Off --- [%BW]	256.3	238.6	242.4
General Parameters --- Relative maximal P --- [W/kg]	47.00	45.03	50.39
General Parameters --- Relative E --- [J/kg]	6.284	6.087	6.770
General Parameters --- A --- [m/s <sup>2</sup> ]	7.589	6.834	6.840
General Parameters --- A in the 1st half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	5.896	5.100	4.072
General Parameters --- A in the 2nd half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	9.282	8.597	9.608
General Parameters --- Vertical Take Off V --- [m/s]	2.325	2.242	2.354
General Parameters --- Average P --- [W]	1210	1099	1131
General Parameters --- Average F --- [N]	1052	1006	1007
General Parameters --- Average V --- [m/s]	1.114	1.051	1.039
Time Parameters --- Push Off T --- [s]	0.314	0.335	0.362
Time Parameters --- Flight T --- [s]	0.474	0.457	0.480
Time Parameters --- T of the 1st half of FI --- [s]	0.176	0.191	0.222
Time Parameters --- T of the 2nd half of FI --- [s]	0.138	0.144	0.140
Time Parameters --- T to maximal F --- [s]	0.197	0.215	0.242
Time Parameters --- T from maximal F to Take Off --- [s]	0.117	0.120	0.120
Force Impulse Parameters --- Total FI --- [Ns]	144.4	138.7	150.0
Force Impulse Parameters --- Total FI from Flight T --- [Ns]	140.6	135.5	142.3
Force Impulse Parameters --- FI in the 1st half of Push Off --- [Ns]	55.54	51.45	44.24
Force Impulse Parameters --- FI in the 2nd half of Push Off --- [Ns]	87.97	87.26	105.1
Force Impulse Parameters --- Ratio between FI in both halves of Push Off --- [%]	63.13	58.96	42.09
Force Impulse Parameters --- FI between Start and maximal F --- [Ns]	91.41	88.03	91.54
Force Impulse Parameters --- FI between maximal F and Take Off --- [Ns]	52.02	49.85	57.60
Force Impulse Parameters --- Ratio of FI before and after maximal F --- [%]	175.7	176.6	158.9
Contralateral Parameters --- Left leg - Start interval relative P --- [W/kg]	4.556	3.729	3.882
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal F --- [%BW]	126.3	116.4	117.6
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal P --- [W/kg]	marras.70	loka.97	marras.71
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative E --- [J/kg]	0.980	0.929	0.960
Contralateral Parameters --- Left leg - Total FI --- [Ns]	32.97	31.66	33.84
Contralateral Parameters --- Right leg - Start interval relative P --- [W/kg]	4.610	3.885	4.109
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal F --- [%BW]	130.3	122.2	125.2
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal P --- [W/kg]	loka.85	loka.92	12.loka
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative E --- [J/kg]	0.876	0.884	0.957
Contralateral Parameters --- Right leg - Total FI --- [Ns]	38.37	37.64	40.49
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Start interval relative P --- [W/kg]	98.82	95.99	94.47
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal F --- [%BW]	97.00	95.24	93.96
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal P --- [W/kg]	107.8	100.5	96.78
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative E --- [J/kg]	111.9	105.1	100.3
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Total FI --- [Ns]	85.91	84.12	83.59

Counter movement jump - Kevennyshyppy			
Subject	Pelaaja 3	Pelaaja 3	Pelaaja 3
Timestamp	19.1.2019 15:21	19.1.2019 15:22	19.1.2019 15:23
Lower Extremities	Bilateral	Bilateral	Bilateral
Upper Extremities	On Hips	On Hips	On Hips
Repetition	1	2	3
General Parameters --- Jump Height from Take Off V --- [m]	0.295	0.263	0.393
General Parameters --- Jump Height from Flight T --- [m]	0.305	0.278	0.313
General Parameters --- Start interval relative F --- [%BW]	189.3	170.3	122.5
General Parameters --- Start interval relative P --- [W/kg]	3.871	2.750	0.620
General Parameters --- Start interval A --- [m/s <sup>2</sup> ]	8.765	6.898	2.206
General Parameters --- Start interval V --- [m/s]	0.195	0.157	0.051
General Parameters --- Relative maximal F --- [%BW]	259.7	245.0	247.3
General Parameters --- Relative maximal F during Counter Movement --- [%BW]	157.6	149.4	116.3
General Parameters --- Relative maximal F during Push Off --- [%BW]	259.7	245.0	247.3
General Parameters --- Relative maximal F in the 1st half of Push Off --- [%BW]	259.7	239.8	190.2
General Parameters --- Relative maximal F in the 2nd half of Push Off --- [%BW]	259.4	245.0	247.3
General Parameters --- Relative minimal F --- [%BW]	68.39	78.42	95.13
General Parameters --- Relative maximal P --- [W/kg]	49.77	46.72	58.65
General Parameters --- Relative E --- [J/kg]	6.029	5.747	8.316
General Parameters --- A --- [m/s <sup>2</sup> ]	2.281	1.838	3.859
General Parameters --- A in the 1st half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	joulu.15	9.854	4.338
General Parameters --- A in the 2nd half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	8.552	8.058	9.986
General Parameters --- Vertical Take Off V --- [m/s]	2.448	2.335	2.477
General Parameters --- Average P --- [W]	1571	1373	1299
General Parameters --- Average F --- [N]	1219	1136	1026
General Parameters --- Average V --- [m/s]	1.375	1.271	1.176
Time Parameters --- Jump T --- [s]	1.052	1.234	0.718
Time Parameters --- Counter Movement T --- [s]	0.820	0.981	0.331
Time Parameters --- Push Off T --- [s]	0.232	0.253	0.387
Time Parameters --- Ratio between Counter Movement and Push Off T --- [%]	353.4	387.7	85.53
Time Parameters --- Flight T --- [s]	0.499	0.476	0.505
Time Parameters --- Braking T --- [s]	0.642	0.801	0.230
Time Parameters --- T to maximal F --- [s]	0.930	1.131	0.614
Time Parameters --- T to minimal F --- [s]	0.178	0.180	0.101
Force Impulse Parameters --- Push Off FI --- [Ns]	145.3	137.4	167.7
Force Impulse Parameters --- Push Off FI from Flight T --- [Ns]	148.0	141.2	149.8
Force Impulse Parameters --- Negative FI --- [Ns]	-28.71	-17.79	-3.683
Force Impulse Parameters --- Positive FI --- [Ns]	174.1	155.2	171.5
Force Impulse Parameters --- FI in the 1st half of Push Off --- [Ns]	84.56	74.50	50.57
Force Impulse Parameters --- FI in the 2nd half of Push Off --- [Ns]	59.80	61.26	117.2
Force Impulse Parameters --- Ratio between FI in both halves of Push Off --- [%]	141.4	121.6	43.17
Contralateral Parameters --- Left leg - Start interval relative P --- [W/kg]	1.797	1.278	0.296
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal F --- [%BW]	126.2	120.8	124.4
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal P --- [W/kg]	25.huhti	23.21	29.34
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative E --- [J/kg]	2.972	2.893	4.195
Contralateral Parameters --- Left leg - Push Off FI --- [Ns]	72.50	63.80	81.09
Contralateral Parameters --- Right leg - Start interval relative P --- [W/kg]	1.968	1.390	0.304
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal F --- [%BW]	133.6	125.4	123.1
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal P --- [W/kg]	24.60	23.49	29.29
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative E --- [J/kg]	3.030	2.830	4.110
Contralateral Parameters --- Right leg - Push Off FI --- [Ns]	72.80	73.63	86.63
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Start interval relative P --- [%]	91.30	91.92	97.29
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal F --- [%]	94.49	96.28	101.1
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal P --- [%]	101.8	98.81	100.2
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative E --- [%]	98.07	102.2	102.1
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Push Off FI --- [%]	99.60	86.66	93.61
P3 --- F at Free-fall --- [N/kg]	6.709	7.693	9.332
P3 --- F at Peak Eccentric - Standard --- [N/kg]	15.46	14.66	marras.41
P3 --- F at Peak Eccentric - P3 --- [N/kg]	loka.80	9.760	9.761
P3 --- F at Begin Concentric - Standard --- [N/kg]	15.54	14.72	marras.43
P3 --- F at Begin Concentric - P3 --- [N/kg]	10.tammi	9.771	9.761
P3 --- F at Peak Concentric --- [N/kg]	25.47	24.maalis	24.26
P3 --- Total FI --- [Ns/kg]	2.642	2.435	2.807
P3 --- Max RFD --- [N/s]	9130	6625	7635
P3 --- Max Eccentric RFD - Standard --- [N/s]	4412	3638	1660
P3 --- Max Eccentric RFD - P3 --- [N/s]	2059	#NIMI?	#NIMI?
P3 --- Max Concentric RFD - Standard --- [N/s]	9130	6625	7635
P3 --- Max Concentric RFD - P3 --- [N/s]	9130	6625	7635
P3 --- Total Movement T --- [s]	1.052	1.234	0.718
P3 --- Active Movement T --- [s]	0.874	1.054	0.617
P3 --- L/R Ratio Peak Eccentric - Standard --- [%]	87.27	96.58	99.97
P3 --- L/R Ratio Peak Eccentric - P3 --- [%]	113.5	89.55	88.91
P3 --- L/R Ratio Peak Concentric --- [%]	94.54	96.65	101.2
P3 --- L/R Ratio Eccentric FI - Standard --- [%]	-263.4	-168.9	-732.9
P3 --- L/R Ratio Eccentric FI - P3 --- [%]	93.26	NaN	NaN
P3 --- L/R Ratio Concentric FI - Standard --- [%]	99.60	86.66	93.61
P3 --- L/R Ratio Concentric FI - P3 --- [%]	92.40	90.53	101.1
P3 --- L/R Ratio Total FI --- [%]	98.39	84.97	93.71

Drop jump - Pudotushyppy			
Subject	Pelaaja 3	Pelaaja 3	Pelaaja 3
Timestamp	19.1.2019 15:32	19.1.2019 15:33	19.1.2019 15:35
Lower Extremities	Bilateral	Bilateral	Bilateral
Upper Extremities	On Hips	On Hips	On Hips
Drop Height [cm]	40	40	40
Repetition	1	2	3
General Parameters --- Jump Height from Take Off V --- [m]	0.354	0.325	0.151
General Parameters --- Jump Height from Flight T --- [m]	0.355	0.334	0.292
General Parameters --- Ratio between jump height and Contact T --- [m/s]	0.704	0.679	0.591
General Parameters --- Start interval relative F --- [%BW]	228.1	228.6	240.3
General Parameters --- Start interval relative P --- [W/kg]	7.170	7.180	8.190
General Parameters --- Start interval A --- [m/s <sup>2</sup> ]	joulu.57	joulu.62	13.77
General Parameters --- Start interval V --- [m/s]	0.320	0.318	0.342
General Parameters --- Relative maximal F --- [%BW]	280.4	301.2	296.8
General Parameters --- Relative maximal F during Counter Movement --- [%BW]	280.4	301.2	296.8
General Parameters --- Relative maximal F during Push Off --- [%BW]	234.1	236.3	247.2
General Parameters --- Relative maximal F in the 1st half of Push Off --- [%BW]	234.1	236.3	247.2
General Parameters --- Relative maximal F in the 2nd half of Push Off --- [%BW]	232.7	235.3	229.6
General Parameters --- Relative maximal P --- [W/kg]	53.44	50.45	33.78
General Parameters --- Relative E --- [J/kg]	7.694	7.091	3.671
General Parameters --- Counter Movement A --- [m/s <sup>2</sup> ]	11. loka	11. maalisk	loka.57
General Parameters --- Push Off A --- [m/s <sup>2</sup> ]	10. maalisk	10. helmik	9.167
General Parameters --- Vertical Take Off V --- [m/s]	2.639	2.560	2.394
General Parameters --- Drop Jump / Squat Jump height ratio --- [%]	125.6	118.3	103.4
General Parameters --- Average P --- [W]	1769	1701	1181
General Parameters --- Average F --- [N]	1200	1199	1147
General Parameters --- Average V --- [m/s]	1.627	1.571	1.179
Time Parameters --- Contact T --- [s]	0.504	0.492	0.494
Time Parameters --- Flight T --- [s]	0.538	0.522	0.488
Time Parameters --- Counter Movement T --- [s]	0.241	0.240	0.306
Time Parameters --- Push Off T --- [s]	0.263	0.252	0.188
Time Parameters --- Ratio between Counter Movement and Push Off T --- [%]	91.63	95.24	162.8
Time Parameters --- T to maximal F --- [s]	0.075	0.071	0.070
Time Parameters --- T between maximal F and Take Off --- [s]	0.429	0.421	0.424
Force Impulse Parameters --- Total FI --- [Ns]	321.8	313.4	300.3
Force Impulse Parameters --- Push Off FI from Flight T --- [Ns]	159.5	154.8	144.7
Force Impulse Parameters --- Counter Movement FI --- [Ns]	161.6	160.0	195.4
Force Impulse Parameters --- Push Off FI --- [Ns]	159.4	152.6	104.1
Force Impulse Parameters --- Ratio between Counter Movement and Push Off FI --- [%]	101.4	104.8	187.7
Force Impulse Parameters --- FI between Start and maximal F --- [Ns]	33.87	35.39	36.66
Force Impulse Parameters --- FI between maximal F and Take Off --- [Ns]	286.9	276.8	262.5
Force Impulse Parameters --- Ratio between FI before and after maximal F --- [%]	marras.81	joulu.79	13.97
Contralateral Parameters --- Left leg - Start interval relative P --- [W/kg]	3.396	3.282	3.921
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal F --- [%BW]	143.9	154.8	137.3
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal P --- [W/kg]	26.56	24.67	17.59
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative E --- [J/kg]	3.845	3.515	1.931
Contralateral Parameters --- Left leg - Push Off FI --- [Ns]	75.45	70.59	49.37
Contralateral Parameters --- Right leg - Start interval relative P --- [W/kg]	3.491	3.621	3.975
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal F --- [%BW]	142.3	167.3	174.8
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal P --- [W/kg]	26.71	25.64	16.heinä
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative E --- [J/kg]	3.783	3.515	1.696
Contralateral Parameters --- Right leg - Push Off FI --- [Ns]	83.96	82.04	54.74
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Start interval relative P --- [%]	97.28	90.64	98.63
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal F --- [%]	101.1	92.52	78.57
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal P --- [%]	99.45	96.24	109.5
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative E --- [%]	101.6	100.0	113.8
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Push Off FI --- [%]	89.86	86.05	90.19



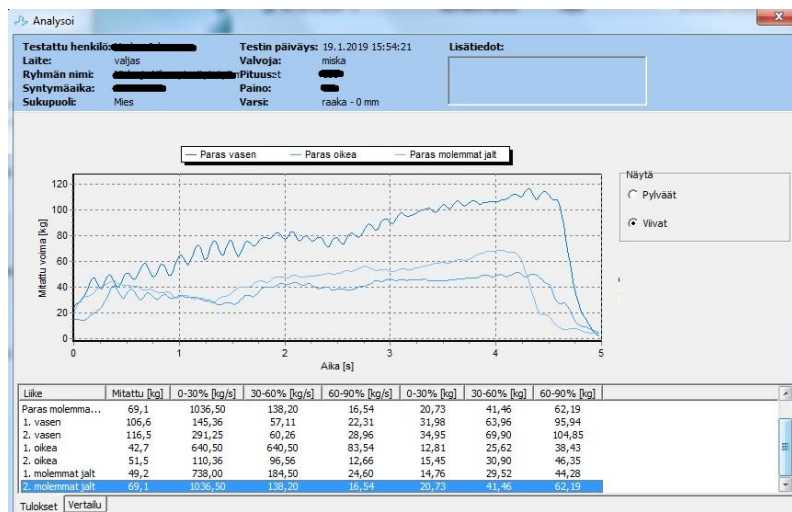




Squat jump - Staattinen hyppy			
Subject	Pelaaja 4	Pelaaja 4	Pelaaja 4
Timestamp	19.1.2019 15:06	19.1.2019 15:07	19.1.2019 15:09
Lower Extremities	Bilateral	Bilateral	Bilateral
Upper Extremities	On Hips	On Hips	On Hips
Repetition	1	2	3
General Parameters --- Jump Height from Take Off V --- [m]	0.347	0.350	0.357
General Parameters --- Jump Height from Flight T --- [m]	0.297	0.290	0.299
General Parameters --- Start interval relative F --- [%BW]	127.4	132.5	132.4
General Parameters --- Start interval relative P --- [W/kg]	0.628	0.794	0.790
General Parameters --- Start interval A --- [m/s <sup>2</sup> ]	2.683	3.191	3.180
General Parameters --- Start interval V --- [m/s]	0.045	0.054	0.054
General Parameters --- Relative maximal F --- [%BW]	236.5	233.4	236.3
General Parameters --- Relative maximal F in the 1st half of Push Off --- [%BW]	236.5	233.4	236.3
General Parameters --- Relative maximal F in the 2nd half of Push Off --- [%BW]	235.6	232.7	234.8
General Parameters --- Relative maximal P --- [W/kg]	50.79	51.11	51.53
General Parameters --- Relative E --- [J/kg]	7.671	7.697	7.838
General Parameters --- A --- [m/s <sup>2</sup> ]	8.241	8.357	8.438
General Parameters --- A in the 1st half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	8.656	8.834	9.048
General Parameters --- A in the 2nd half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	7.825	7.909	7.832
General Parameters --- Vertical Take Off V --- [m/s]	2.413	2.384	2.423
General Parameters --- Average P --- [W]	1780	1803	1836
General Parameters --- Average F --- [N]	1323	1332	1338
General Parameters --- Average V --- [m/s]	1.376	1.388	1.411
Time Parameters --- Push Off T --- [s]	0.316	0.313	0.313
Time Parameters --- Flight T --- [s]	0.492	0.486	0.494
Time Parameters --- T of the 1st half of FI --- [s]	0.153	0.151	0.149
Time Parameters --- T of the 2nd half of FI --- [s]	0.163	0.162	0.164
Time Parameters --- T to maximal F --- [s]	0.141	0.140	0.141
Time Parameters --- T from maximal F to Take Off --- [s]	0.175	0.173	0.172
Force Impulse Parameters --- Total FI --- [Ns]	191.2	192.1	194.0
Force Impulse Parameters --- Total FI from Flight T --- [Ns]	176.9	174.8	177.6
Force Impulse Parameters --- FI in the 1st half of Push Off --- [Ns]	99.77	101.2	103.0
Force Impulse Parameters --- FI in the 2nd half of Push Off --- [Ns]	90.50	90.90	90.01
Force Impulse Parameters --- Ratio between FI in both halves of Push Off --- [%]	110.2	111.3	114.4
Force Impulse Parameters --- FI between Start and maximal F --- [Ns]	83.12	84.91	88.34
Force Impulse Parameters --- FI between maximal F and Take Off --- [Ns]	107.1	106.2	104.6
Force Impulse Parameters --- Ratio of FI before and after maximal F --- [%]	77.57	79.94	84.42
Contralateral Parameters --- Left leg - Start interval relative P --- [W/kg]	3.651	3.557	3.617
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal F --- [%BW]	116.9	115.8	117.5
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal P --- [W/kg]	joulu.64	joulu.41	joulu.67
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative E --- [J/kg]	1.210	1.174	1.221
Contralateral Parameters --- Left leg - Total FI --- [Ns]	45.33	46.76	47.08
Contralateral Parameters --- Right leg - Start interval relative P --- [W/kg]	3.688	3.607	3.629
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal F --- [%BW]	119.8	117.7	119.0
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal P --- [W/kg]	marras.77	marras.98	marras.94
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative E --- [J/kg]	1.105	1.124	1.136
Contralateral Parameters --- Right leg - Total FI --- [Ns]	50.05	48.91	49.74
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Start interval relative P --- [%]	99.01	98.63	99.65
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal F --- [%]	97.61	98.42	98.76
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal P --- [%]	107.4	103.5	106.2
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative E --- [%]	109.6	104.4	107.5
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Total FI --- [%]	90.56	95.61	94.65

Counter movement jump - Kevennyshyppy			
Subject	Pelaaja 4	Pelaaja 4	Pelaaja 4
Timestamp	19.1.2019 15:16	19.1.2019 15:17	19.1.2019 15:18
Lower Extremities	Bilateral	Bilateral	Bilateral
Upper Extremities	On Hips	On Hips	On Hips
Repetition	1	2	3
General Parameters --- Jump Height from Take Off V --- [m]	0.266	0.244	0.429
General Parameters --- Jump Height from Flight T --- [m]	0.299	0.280	0.296
General Parameters --- Start interval relative F --- [%BW]	206.7	192.8	129.8
General Parameters --- Start interval relative P --- [W/kg]	5.344	4.290	0.804
General Parameters --- Start interval A --- [m/s <sup>2</sup> ]		loka.46 9.105	2.920
General Parameters --- Start interval V --- [m/s]	0.260	0.222	0.060
General Parameters --- Relative maximal F --- [%BW]	219.4	214.9	218.7
General Parameters --- Relative maximal F during Counter Movement --- [%BW]	195.5	179.5	114.7
General Parameters --- Relative maximal F during Push Off --- [%BW]	219.4	214.9	218.7
General Parameters --- Relative maximal F in the 1st half of Push Off --- [%BW]	219.4	214.7	218.7
General Parameters --- Relative maximal F in the 2nd half of Push Off --- [%BW]	219.4	214.9	218.4
General Parameters --- Relative minimal F --- [%BW]	60.30	75.68	94.12
General Parameters --- Relative maximal P --- [W/kg]	42.75	41.66	55.35
General Parameters --- Relative E --- [J/kg]	6.298	6.031	9.805
General Parameters --- A --- [m/s <sup>2</sup> ]	2.130	1.896	4.994
General Parameters --- A in the 1st half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	11.marras	loka.31	7.850
General Parameters --- A in the 2nd half of Push Off --- [m/s <sup>2</sup> ]	6.145	5.712	7.515
General Parameters --- Vertical Take Off V --- [m/s]	2.423	2.345	2.408
General Parameters --- Average P --- [W]		1742	1620 1907
General Parameters --- Average F --- [N]		1351	1306 1282
General Parameters --- Average V --- [m/s]	1.415	1.357	1.513
Time Parameters --- Jump T --- [s]	1.071	1.152	0.580
Time Parameters --- Counter Movement T --- [s]	0.806	0.879	0.203
Time Parameters --- Push Off T --- [s]	0.265	0.273	0.377
Time Parameters --- Ratio between Counter Movement and Push Off T --- [%]	304.2	322.0	53.85
Time Parameters --- Flight T --- [s]	0.494	0.478	0.491
Time Parameters --- Braking T --- [s]	0.577	0.675	0.094
Time Parameters --- T to maximal F --- [s]	0.937	1.023	0.380
Time Parameters --- T to minimal F --- [s]	0.229	0.204	0.109
Force Impulse Parameters --- Push Off FI --- [Ns]	167.4	160.2	212.6
Force Impulse Parameters --- Push Off FI from Flight T --- [Ns]	177.6	171.9	176.6
Force Impulse Parameters --- Negative FI --- [Ns]	-43.10	-38.76	-3.196
Force Impulse Parameters --- Positive FI --- [Ns]	210.7	199.2	215.9
Force Impulse Parameters --- FI in the 1st half of Push Off --- [Ns]	107.5	102.9	108.3
Force Impulse Parameters --- FI in the 2nd half of Push Off --- [Ns]	59.83	57.31	103.5
Force Impulse Parameters --- Ratio between FI in both halves of Push Off --- [%]	179.7	179.5	104.6
Contralateral Parameters --- Left leg - Start interval relative P --- [W/kg]	2.665	2.170	0.402
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal F --- [%BW]	110.8	108.2	111.6
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal P --- [W/kg]		22.maalis 21.13	28.59
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative E --- [J/kg]	3.246	3.082	5.065
Contralateral Parameters --- Left leg - Push Off FI --- [Ns]	84.14	80.54	106.5
Contralateral Parameters --- Right leg - Start interval relative P --- [W/kg]	2.487	1.971	0.383
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal F --- [%BW]	108.7	106.7	107.8
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal P --- [W/kg]	20.61	20.38	26.80
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative E --- [J/kg]	3.006	2.911	4.731
Contralateral Parameters --- Right leg - Push Off FI --- [Ns]	83.23	79.64	106.2
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Start interval relative P --- [%]	107.1	110.1	105.0
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal F --- [%]	102.0	101.4	103.6
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal P --- [%]	106.9	103.7	106.7
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative E --- [%]	108.0	105.9	107.1
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Push Off FI --- [%]	101.1	101.1	100.3
P3 --- F at Free-fall --- [N/kg]	5.915	7.424	9.233
P3 --- F at Peak Eccentric - Standard --- [N/kg]	19.18	17.61	marras.26
P3 --- F at Peak Eccentric - P3 --- [N/kg]	9.718	9.726	9.715
P3 --- F at Begin Concentric - Standard --- [N/kg]	19.25	17.66	marras.29
P3 --- F at Begin Concentric - P3 --- [N/kg]	9.734	9.705	9.709
P3 --- F at Peak Concentric --- [N/kg]	21.53		21.elo 21.46
P3 --- Total FI --- [Ns/kg]	2.624	2.415	2.932
P3 --- Max RFD --- [Ns]		7752	5377 7063
P3 --- Max Eccentric RFD - Standard --- [Ns]		7752	5377 2314
P3 --- Max Eccentric RFD - P3 --- [Ns]	#NIMI?	#NIMI?	#NIMI?
P3 --- Max Concentric RFD - Standard --- [Ns]		3680	3835 7063
P3 --- Max Concentric RFD - P3 --- [Ns]		7752	5377 7063
P3 --- Total Movement T --- [s]	1.071	1.152	0.580
P3 --- Active Movement T --- [s]	0.842	0.948	0.471
P3 --- L/R Ratio Peak Eccentric - Standard --- [%]	109.1	114.3	98.90
P3 --- L/R Ratio Peak Eccentric - P3 --- [%]	89.84	96.00	95.02
P3 --- L/R Ratio Peak Concentric --- [%]	102.0	101.4	103.8
P3 --- L/R Ratio Eccentric FI - Standard --- [%]	-90.23	-80.43	62.55
P3 --- L/R Ratio Eccentric FI - P3 --- [%]	NaN	NaN	NaN
P3 --- L/R Ratio Concentric FI - Standard --- [%]	101.1	101.1	100.3
P3 --- L/R Ratio Concentric FI - P3 --- [%]	126.8	112.1	143.3
P3 --- L/R Ratio Total FI --- [%]	106.7	104.9	100.3

Subject	Pelaaja 4	Pelaaja 4	Pelaaja 4
Timestamp	19.1.2019 15:27	19.1.2019 15:28	19.1.2019 15:29
Lower Extremities	Bilateral	Bilateral	Bilateral
Upper Extremities	On Hips	On Hips	On Hips
Drop Height [cm]	40	40	40
Repetition	1	2	3
General Parameters --- Jump Height from Take Off V --- [m]	0.163	0.330	0.289
General Parameters --- Jump Height from Flight T --- [m]	0.304	0.300	0.266
General Parameters --- Ratio between jump height and Contact T --- [m/s]	0.504	0.467	0.396
General Parameters --- Start interval relative F --- [%BW]	207.1	226.7	224.3
General Parameters --- Start interval relative P --- [W/kg]	5.577	6.977	6.879
General Parameters --- Start interval A --- [m/s^2]	loka.50	joulu.43	joulu.19
General Parameters --- Start interval V --- [m/s]	0.282	0.310	0.315
General Parameters --- Relative maximal F --- [%BW]	375.4	312.3	278.3
General Parameters --- Relative maximal F during Counter Movement --- [%BW]	375.4	312.3	278.3
General Parameters --- Relative maximal F during Push Off --- [%BW]	220.0	234.0	228.1
General Parameters --- Relative maximal F in the 1st half of Push Off --- [%BW]	220.0	234.0	228.1
General Parameters --- Relative maximal F in the 2nd half of Push Off --- [%BW]	185.1	186.3	184.1
General Parameters --- Relative maximal P --- [W/kg]	31.27	44.83	40.66
General Parameters --- Relative E --- [J/kg]	4.885	8.904	8.166
General Parameters --- Counter Movement A --- [m/s^2]	loka.59	8.182	7.645
General Parameters --- Push Off A --- [m/s^2]	6.265	7.274	6.706
General Parameters --- Vertical Take Off V --- [m/s]	2.443	2.428	2.286
General Parameters --- Drop Jump / Squat Jump height ratio --- [%]	101.6	100.4	88.99
General Parameters --- Average P --- [W]	1252	1865	1686
General Parameters --- Average F --- [N]	1178	1252	1211
General Parameters --- Average V --- [m/s]	1.166	1.646	1.528
Time Parameters --- Contact T --- [s]	0.604	0.644	0.672
Time Parameters --- Flight T --- [s]	0.498	0.495	0.466
Time Parameters --- Counter Movement T --- [s]	0.318	0.294	0.317
Time Parameters --- Push Off T --- [s]	0.286	0.350	0.355
Time Parameters --- Ratio between Counter Movement and Push Off T --- [%]	111.2	84.00	89.30
Time Parameters --- T to maximal F --- [s]	0.060	0.066	0.064
Time Parameters --- T between maximal F and Take Off --- [s]	0.544	0.578	0.608
Force Impulse Parameters --- Total FI --- [Ns]	378.9	363.7	352.9
Force Impulse Parameters --- Push Off FI from Flight T --- [Ns]	179.1	178.0	167.6
Force Impulse Parameters --- Counter Movement FI --- [Ns]	246.8	176.3	177.5
Force Impulse Parameters --- Push Off FI --- [Ns]	131.3	186.6	174.4
Force Impulse Parameters --- Ratio between Counter Movement and Push Off FI --- [%]	188.0	94.48	101.8
Force Impulse Parameters --- FI between Start and maximal F --- [Ns]	22.59	marras.41	13.94
Force Impulse Parameters --- FI between maximal F and Take Off --- [Ns]	354.4	350.8	337.6
Force Impulse Parameters --- Ratio between FI before and after maximal F --- [%]	6.373	3.253	4.129
Contralateral Parameters --- Left leg - Start interval relative P --- [W/kg]	2.759	3.189	3.272
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal F --- [%BW]	196.5	211.4	186.3
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative maximal P --- [W/kg]	15.84	22.63	21.13
Contralateral Parameters --- Left leg - Relative E --- [J/kg]	2.489	4.363	4.206
Contralateral Parameters --- Left leg - Push Off FI --- [Ns]	65.56	90.68	87.39
Contralateral Parameters --- Right leg - Start interval relative P --- [W/kg]	2.578	3.526	3.337
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal F --- [%BW]	180.0	126.4	119.0
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative maximal P --- [W/kg]	15.24	22.00	19.59
Contralateral Parameters --- Right leg - Relative E --- [J/kg]	2.342	4.470	3.888
Contralateral Parameters --- Right leg - Push Off FI --- [Ns]	65.71	95.88	87.02
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Start interval relative P --- [%]	107.0	90.44	98.05
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal F --- [%]	109.2	167.2	156.6
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative maximal P --- [%]	103.9	102.9	107.9
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Relative E --- [%]	106.3	97.63	108.2
Contralateral Parameters --- Left/right leg - Push Off FI --- [%]	99.78	94.57	100.4



**KYSELYLOMAKE**

Nimi \_\_\_\_\_ Syntymäaika \_\_\_\_\_

Harrastukset \_\_\_\_\_

Lääkärin dg \_\_\_\_\_

Magneetti/ Rtg/ ultra-löydös

\_\_\_\_\_

Dominantti puoli \_\_\_\_\_

Aikaisemmat vammat ja oireet

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Sairaudet + lääkitys \_\_\_\_\_

**TUTKIMISLOMAKE****Pysty asento**

Havainnot edestä \_\_\_\_\_

Sivulta \_\_\_\_\_

Takaa \_\_\_\_\_

Muita havaintoja \_\_\_\_\_

**Lonkka**

Oikea: flex. \_\_\_\_\_ ext. \_\_\_\_\_ abd. \_\_\_\_\_ add. \_\_\_\_\_

Rotaatio. sisä \_\_\_\_\_ ulko \_\_\_\_\_

Vasen: flex. \_\_\_\_\_ ext. \_\_\_\_\_ abd. \_\_\_\_\_ add. \_\_\_\_\_

Rotaatio. sisä \_\_\_\_\_ ulko \_\_\_\_\_

Muita havaintoja \_\_\_\_\_

**Polvi**

Oikea: flex. \_\_\_\_\_ ext. \_\_\_\_\_ varus \_\_\_\_\_ valgus \_\_\_\_\_

Vasen: flex. \_\_\_\_\_ ext. \_\_\_\_\_ varus \_\_\_\_\_ valgus \_\_\_\_\_

Muita havaintoja \_\_\_\_\_

**Nilkka**

Oikea: dorsiflex. \_\_\_\_\_ plant.flex. \_\_\_\_\_

Vasen: dorsiflex. \_\_\_\_\_ plant.flex \_\_\_\_\_

Muita havaintoja \_\_\_\_\_

**TESTAUS- JA KUVAUSLUPA**

Osallistun alaraajojen voima- ja liikehallinnan testauksiin ja hyväksyn, että testitilanteet videoidaan ja tulokset tallennetaan. Hyväksyn, että videoita ja videoista otettuja still-kuvia sekä testituloksia voidaan käyttää opinnäytetyötarkoituksessa ja osana valmista julkaistavaa opinnäytetyötä. Kuvat sensuroidaan eivätkä henkilöt näy kuvissa tunnistettavasti. Tarvittavan käytön jälkeen kaikki alkuperäiset videot ja kuvat tuhoetaan.

Paikka ja aika \_\_\_\_\_

Testattavan allekirjoitus \_\_\_\_\_

Nimenselvennys \_\_\_\_\_

Huoltajan allekirjoitus \_\_\_\_\_

Nimenselvennys \_\_\_\_\_