

Joni Honkaniemi & Jyrki Poikela

JOUSTAVAN JALKATERÄN MADALTUNUT MEDIAALINEN PITKITTÄISKAARI

Muutokset 8 viikon harjoittelujakson jälkeen

JOUSTAVAN JALKATERÄN MADALTUNUT MEDIAALINEN PITKITTÄISKAARI

Muutokset 8 viikon harjoittelujakson jälkeen

Joni Honkaniemi

Jyrki Poikela

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Fysioterapian koulutusohjelma

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Tekijät: Joni Honkaniemi & Jyrki Poikela

Työn nimi: Joustavan jalkaterän madaltunut mediaalinen pitkittäiskaari

Muutokset 8 viikon harjoittelujakson jälkeen

Työn ohjaajat: Maija-Leena Lehtelä, Eija Mämmelä & Pirjo Orell

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2011

Sivumäärä: 74 + 9 liitesivua

TIIVISTELMÄ

Pes planus on jalkojen yleinen virheasento. Siinä jalkaterän mediaalinen pitkittäiskaari koskettaa tukipintaa kokonaan tai osittain. Pes planus voi olla tyypiltään joustava tai jäykkä. Erilaisilla terapiamenetelmillä pyritään vaikuttamaan aikuisten joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren virheasentoon.

Tutkimme tapaustutkimuksen avulla, miten 8 viikon jalkaterän ja säären alueen lihasten voimaharjoittelu vaikutti joustavaan jalkaterän madaltuneeseen mediaaliseen pitkittäiskaareen. Tutkimuksen tavoitteena oli kuvata kahden henkilön joustavan jalkaterän madaltuneessa mediaalisessa pitkittäiskaareessa tapahtuvia muutoksia. Tutkimuksen tarkoituksena on antaa tietoa joustavan jalkaterän kaarirakenteiden tutkimisesta ja niitä tukevien lihasten lihasvoimaharjoitteista fysioterapeuteille.

Aineisto kerättiin huhtikuussa ja kesäkuussa 2010. Joustavan jalkaterän madaltuneessa mediaalisessa pitkittäiskaareessa tapahtuneita muutoksia mitattiin kahdella eri mittarilla. Jalkaterän keskikolmanneksen painopisteen sijainnin muutoksen mittaamisessa käytettiin Footscania. Kanta- ja sääriiluun välistä kulmaa eli betakulmaa sekä mediaalisen malleolin ja ensimmäisen metatarsophalangeaalitason välissä kulkevaa linjaa suhteessa tukipintaan eli niin kutsuttua sovellettua feissinlinjaa mitattiin goniometrillä.

Tutkimustulosten perusteella on mahdollista, että joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalinen pitkittäiskaari voi kohota aktiivisella lihasvoimaharjoittelulla. Tutkimustulokset viittaavat siihen, että aktiivisilla lihasvoimaharjoitteilla voi olla merkitystä joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamiselle. Tutkimustulokset eivät ole yleistettävissä, koska tutkimusjoukko oli pieni eikä kontrolliryhmää käytetty. Harjoitusohjelman vaikuttavuutta on tarpeen tutkia suuremmilla tutkimusjoukoilla, jotta voidaan yleistää sen vaikutuksia joustavan jalkaterän madaltuneeseen mediaaliseen pitkittäiskaareen.

Asiasanat: jalkaterät, lihasvoima, lihasten venytysharjoitukset, mediaalinen pitkittäiskaari, pes planus, Footscan mittausjärjestelmä, betakulma, feissinlinja.

Authors: Joni Honkaniemi & Jyrki Poikela

Title of thesis: Lowered medial longitudinal arch of flexible foot

Changes after 8 week training period

Supervisors: Maija-Leena Lehtelä, Eija Mämmelä & Pirjo Orell

Term and year when the thesis was submitted: spring 2011

Number of pages: 74 + 9 attachments

ABSTRACT

Pes planus is a common malposition of feet where medial longitudinal arch touch to the ground completely or incompletely. Pes planus can be flexible or stiff. Different therapy methods are being used on adults to effect malpositions of lowered medial longitudinal arch of flexible foot.

Our study aimed for describe changes in lowered medial longitudinal arch of flexible foot with two persons. The purpose of our study was to produce information for physiotherapists. By means of a case study, we researched how eight week muscle training affected on lowered medial longitudinal arch of flexible foot.

We gathered the data during April and June 2010. Changes in lowered medial longitudinal arch of flexible foot were measured with two different indicators. By Footscan, a system for measuring for example foot's pressure and shape of foot's base, we measured pressure point changes in the base of foot middle third. The angle of calcaneal bone and tibial bone in other words beta-angle was measured with goniometry. The angle between the line of medial malleolus and first metatarsophalangeal joint towards the supporting ground so called feiss' line was also measured with goniometry.

Our study provides arguments for active muscular strength exercises may raise lowered medial longitudinal arch of flexible foot. Results of the study indicate that active muscular strength exercises might have meaning for elevation of lowered medial longitudinal arch of flexible foot. A result of the study was not generalizable because study group was small and we did not use a control group. It might be necessary to study influences of the muscle strength exercises program with bigger study groups so it would be possible to generalize its influences to lowered medial longitudinal arch of flexible foot.

Keywords: feet, muscular strength, exercises for stretching, medial longitudinal arch, pes planus, Footscan measuring system, beta angle, feiss' line.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
1 JOHDANTO.....	6
2 JALKATERÄN KAARIRAKENTEIDEN ANATOMIA JA BIOMEKANIikka SEKÄ MADALTUNEET KAARIRAKENTEET.....	9
2.1 Jalkaterän kaarirakenteiden anatomia.....	9
2.2 Jalkaterän biomekaniikka.....	16
2.3 Kaarirakenteiden madaltuminen.....	19
3 JALKATERÄN KAARIRAKENTEISIIN VAIKUTTAVIEN LIHASTEN HARJOITTAMINEN.....	22
3.1 StabiIiteetin harjoittaminen.....	22
3.2 Liikkuvuuden harjoittaminen.....	23
3.3 Proprioseptiikan harjoittaminen.....	24
4 TUTKIMUSMETODOLOGIA.....	26
5 TUTKIMUSONGELMAT.....	29
6 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN.....	31
6.1 Tutkimushenkilöt.....	31
6.2 Aineiston keruu.....	32
6.2.1 Taustamuuttujat.....	32
6.2.2 Seurattavat muuttujat.....	35
6.3 Harjoitteluinterventio.....	39
6.4 Aineiston analysointi.....	43
6.5 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys.....	44
7 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	46
7.1 Muutokset henkilön A joustavan jalkaterän madaltuneessa mediaalisessa pitkittäiskaassa..	47
7.2 Muutokset henkilön B joustavan jalkaterän madaltuneessa mediaalisessa pitkittäiskaassa..	55
7.3 Tulosten yhteenveto.....	61
8 POHDINTA.....	63
LÄHTEET.....	68
LIITTEET.....	75

1 JOHDANTO

Jalkaterän madaltuneissa kaarissa kehon paino ei jakaannu optimaalisesti jalkaterässä, vaan patologinen kuormitus aiheuttaa siinä muutoksia. Tyypillisesti tämä näkyy jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren madaltumisena. Jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren madaltumisesta johtuen jalkaterän joustomekanismi heikkenee. Jalkaterän joustomekanismin heikentyminen saattaa aiheuttaa virheasentoja ja kipuja jalkaterän lisäksi myös kehon ylemmissä rakenteissa etenkin säärissä, polvissa, lonkissa ja selässä. (Pohjolainen 2009, 217–220.) Tavallisesti joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren voi aiheuttaa m. tibialis posteriorin sekä m. peroneus longuksen että nilkan nivelsiteiden heikkous. Nivelsiteet ja lihakset pystyvät ylläpitämään jalkaterän kaarirakenteita, mutta ilman lihasten antamaa tukea nivelsiteet venyvät ja ajan myötä kaarirakenteet romahtavat. (Kapandji 1997, 246.)

Lihassoimaharjoitteiden avulla voidaan lisätä lihasten voimaa ja koordinaatiokykyä. Lihassoimaharjoittelu lisää nivelsiteiden ja jänteiden kokoa ja lujuutta sekä kasvattaa lihasta ja sen eri osia ympäröivän sidekudoksen paksuutta. (Talvitie, Karppi, Mansikkamäki 1999, 22, 117.) Tutkimuksessa pyritään vaikuttamaan joustavan jalkaterän madaltuneeseen mediaaliseen pitkittäiskaareen lihassoimaharjoittelun kautta. Harjoitteluohjelma koostui lihassoimaharjoitteista, joissa huomioitiin lihasten voiman ja elastisuuden kehittäminen sekä säännöllisyys ja intensiteetti. Näiden vaikutusten kautta voidaan olettaa joustavan jalkaterän madaltuneessa mediaalisessa pitkittäiskaareessa tapahtuvan muutoksia harjoittelun vaikutuksesta.

Kiinnostuksemme fysioterapiassa suuntautuu vahvasti tuki- ja liikuntaelinsairauksien puolelle, minkä vuoksi aiheen valinta tuki oppimistamme. Lihassoimaharjoitteiden suunnitteleminen ja toteuttaminen kuuluvat myös olennaisena osana fysioterapeutin ammatinkuvaan. Aiheen valintaan vaikutti sen ajankohtaisuus eli aktiivisten lihassoimaharjoitteiden tehokkuutta joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohottamiseksi on tutkittu vähän. Toisella tutkimuksen tekijällä on omakohtaista kokemusta joustavan jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren madaltumisesta. Tämän vuoksi myös tutkimuksesta saatavien hyötyjen, kuten tutkimustulokset ja mahdollisuus seurata harjoittelun avulla saatavia tuloksia mittausvälineistön avulla, kannalta aiheen valinta oli mielekäs. Tutkimuksen tarkoituksena on antaa tietoa joustavan jalkaterän kaarirakenteiden

tutkimisesta ja niitä tukevien lihasten lihasvoimaharjoitteista fysioterapeuteille. Tarkastelun kohteena on mediaalinen pitkittäiskaari, mutta harjoitteet keskittyvät osin myös muihin kaarirakenteita ylläpitäviin lihaksiin niiden synergistien vaikutusten vuoksi.

Fysioterapian perustana on fysioterapiatiede, jonka keskeisenä kiinnostuksen kohteena on ihmisen toimintakyky ja liikkuminen ja näiden suhde yksilön toimintaan, sekä erityisesti toiminnan heikkeneminen ja häiriö. Fysioterapiassa arvioidaan asiakkaan terveyttä, liikkumista, toimintakykyä ja toimintarajoitteita hänen toimintaympäristössään. Fysioterapian menetelmiä ovat muun muassa terveyttä ja toimintakykyä edistävä ohjaus ja neuvonta sekä terapeuttinen harjoittelu. Tavoitteena on saavuttaa asiakkaan voimavarojen mukaan optimaalinen liikkumis- ja toimintakyky. Asiakasta motivoidaan ottamaan vastuuta terveydestään ja toimintakyvystään. Yhdessä asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi asiakasta autetaan ymmärtämään harjoittelun tarkoitus ja ohjataan harjoittelemaan itsenäisesti sekä ottamaan omat voimavarat käyttöön. (Suomen fysioterapeutit 2010.)

Viitekehyksessä käsitellään jalkaterän kaarirakenteiden anatomiaa, biomekaniikkaa, kaarirakenteiden madaltumista ja jalkaterään vaikuttavien lihasten harjoittamista. Tutkimus on tapaustutkimus, johon osallistui kaksi henkilöä. Aineisto kerättiin havainnoinnin, kyselylomakkeen ja mittaus-
ten avulla. Tutkimuksessa käytettiin kvantitatiivista ja kvalitatiivista metodologiaa. Kvantitatiivisella tutkimusmenetelmällä seurattiin jalkaterän mediaalisessa pitkittäiskaareissa tapahtuneita biomekaanisia muutoksia kahdella eri mittarilla, joita olivat Footscan ja goniometri. Footscanilla mitattiin jalkaterän keskikolmanneksen painopisteen muutoksia medio-lateraaliosassa suunnassa. Goniometrillä mitattiin calcaneuksen ja tibian välistä kulmaa eli niin kutsuttua betakulmaa sekä mediaalimalleolin ja ensimmäisen metatarsophalangeaalitason muodostaman linjan ja tukipinnan välistä kulmaa eli niin kutsutulla feissinlinjalla. Alkumittaukset suoritettiin kvalitatiivisilla tutkimusmenetelmillä, joiden tarkoituksena oli selvittää mitattavien soveltuvuus tutkimukseen. Tulokset ja johtopäätökset kappaleen alussa on lyhyt lukuoppi tulosten lukemiseen. Footscan kuvat haluttiin esittää kuvioina, koska tutkimus julkaistaan verkkoversioina. Mielestämme työn luettavuus on sujuvampaa tietokoneella luettuna, kun kuvat ovat esitetty tekstin seassa. Tutkimuksessa käytettiin mahdollisimman ajanmukaista ja edelleen käytettävissä olevaa tietoa. Tutkimuksia löytyi sekä kotimaisista että ulkomaalaisista tietokannoista, joita olivat Elsevier, PubMed, PEDro, Australian Journal of Physiotherapy, Arto ja Nelli portaali.

Joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren yleisyydestä aikuisilla ei ole tarkkaa tutkimustietoa. Aktiivisilla harjoitteilla voidaan vaikuttaa positiivisesti joustavan jalkaterän mediaalista pitkittäiskaarta ylläpitäviin lihaksiin. Tutkimus selvittää, miten aktiiviset lihasharjoitteet vaikuttavat joustavan jalkaterän madaltuneeseen mediaaliseen pitkittäiskaareen. Tutkimuksen tavoitteena oli kuvata kahden henkilön joustavan jalkaterän madaltuneessa mediaalisessa pitkittäiskaareissa tapahtuvia muutoksia. Oppimistavoitteinamme oli kehittää ammattitaitoa tuki- ja liikuntaelinfysioterapiassa sekä organisoinnin taitoja. Muita oppimistavoitteita oli tiedon syventäminen tutkimuksen kohteena olevasta fysioterapian osa-alueesta, kirjallisen tiedon tuottamisessa sekä tulosten analysoimisessa että ohjaustaidoissa kehittyminen että oppia toteuttamaan tieteellisen tutkimustyön prosessi.

2 JALKATERÄN KAARIRAKENTEIDEN ANATOMIA JA BIOMEKANIikka SEKÄ MADALTUNEET KAARIRAKENTEET

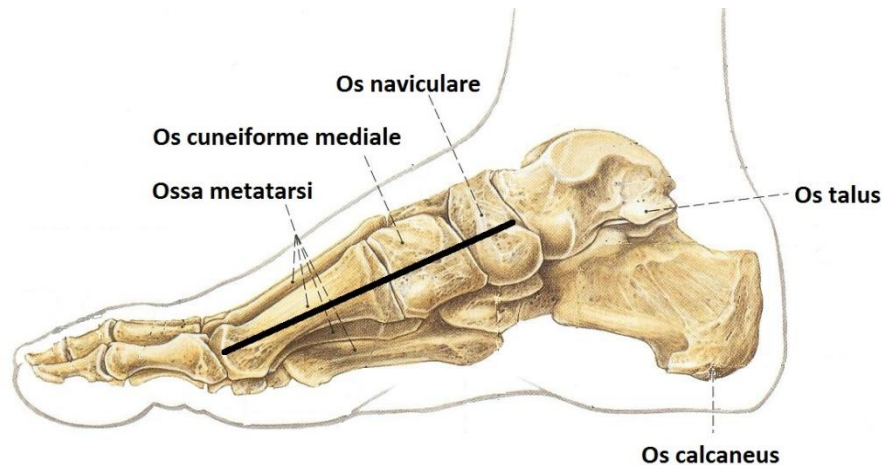
Anatomia on oppi elimistön rakenteesta (Hervonen & Nienstedt 2000, 18). Tutkimuksessa anatomialla tarkoitetaan tuki- ja liikuntaelimistöön liittyviä rakenteita. Jalkaterän kaarirakenteisiin vaikuttavia päätukilihaksia kuvataan tekstin tukena tarkemmin taulukossa (Taulukko 1.), joissa ovat lihaksen nimi, origo ja insertio sekä funktio. Biomekaniikka tarkoittaa elimistöön vaikuttavien voimien tutkimista. Siinä arvioidaan kuormittumista sekä sen vaikutuksia liikuntaelimiin (Haapalainen, Hautala, Perттunen & Vilponen 2002, 53). Tutkimuksessa perehdytään jalkaterän biomekaniisiin ilmiöihin alemman nilkkanivelen sekä jalkaterän kaarirakenteiden osalta. Sekä pitkittäinen että poikittainen jalkaterän kaarirakenne ovat yhteydessä toisiinsa siten, että esimerkiksi pitkittäisen jalkaterän kaarirakenteen madaltuminen aiheuttaa myös poikittaisen jalkaterän kaarirakenteen madaltumisen (Virrantaus & Liukkonen 2004, 364–365). Tutkimuksen kohteena oli joustavan jalkaterän madaltunut mediaalinen pitkittäiskaari, minkä vuoksi keskityttiin jalkaterän pitkittäisen ja poikittaisen kaarirakenteen ryhtipoikkeamiin.

2.1 Jalkaterän kaarirakenteiden anatomia

Articulatio talocruraliksen (ylempi nilkkanivel, myöhemmin työssä talocruralis) nivelpinnat muodostuvat os taluksen ylimmistä nivelpinnoista ja os tibian sekä os fibulan distaalipäistä. Jalkaterän plantaari- ja dorsaalifleksiot tapahtuvat talocruraliksessa. (Platzer 2004, 222 – 223.) Os taluksen ylänivelpinta on edestä leveämpi kuin takaosan nivelpinta (Kapandji 1997, 162–163). Talocruralis on tuettu sekä lateraali- että mediaalisivuilta useilla eri nivelsiteillä (Mylläri 2003, 137).

Articulatio talocalcaneonavicularis (alempi nilkkanivel, myöhemmin työssä talocalcaneonavicularis) muodostuu os taluksen, os calcaneuksen ja os naviculariksen välisten nivelpintojen kesken. Jalkaterän pronaatio ja supinaatio tapahtuvat talocalcaneonaviculariksessa. (Platzer 2004, 216–221.) Talocalcaneonavicularista tukevat nivelsiteet rajoittavat pronaatio- ja supinaatiosuuntaista liikettä (Mylläri 2003, 137–139).

Jalkaterässä on viisi sädettä, jotka numeroidaan os metatarsale medialiksestä alkaen. Säteet muodostuvat ossa metatarsaleista ja niiden proksimaalipuolella olevista jalkaterän keskiosan luisista. Ensimmäinen säde (Kuvio 1.) sijaitsee jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren kanssa samassa linjassa. Jalkaterän ensimmäinen säde rakentuu ensimmäisestä os metatarsalesta, os cuneiforme medialesta ja os navicularesta. (Ahonen 2002, 267—268.)



KUVIO 1. Ensimmäinen säde on kuvattu mustalla linjalla. Ensimmäisen säteen luut muodostavat yhdessä taluksen ja calcaneuksen kanssa jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren. (Mukaillen Putz & Pabst 2006, 296).

Jalkaterän nivelsiderakenteita on jalkapohjan ja jalkapöydän puolella, jalkaterän luiden väleissä nivelonteloiden sisällä ja jalkaterän luiden sivuilla. Varpaiden kärki-, keski- ja tyvinivelissä olevat ligamentia collateraliait rajoittavat os phalangealisten sivusuuntaisia liikkeitä. (Platzer 2004, 222–227.) Jalkaterässä ja sääressä on 20 lihasta, jotka vaikuttavat jalkaterän kaarirakenteisiin (Taulukko 1.). Jalkaterän **plantaaripuolelle** kiinnittyy 13 lihasta (mm. peroneus longus ja brevis, m. tibialis posterior, m. tibialis anterior, mm. flexor hallucis longus & brevis, mm. flexor digitorum longus & brevis, m. flexor digiti minimi brevis, mm. abductor hallucis & digiti minimi, m. adductor hallucis, mm. interossei plantares pedis). Viisi lihasta kiinnittyy jalkaterän **dorsaalipuolelle** (mm. extensor hallucis longus & brevis, mm. extensor digitorum longus & brevis, mm. interossei dorsales pedis). Kaksi lihasta kiinnittyy jalkaterän **posterioriselle** puolelle (m. gastrocnemius & m. soleus). (Platzer 2003, 258–265, 268–275.)

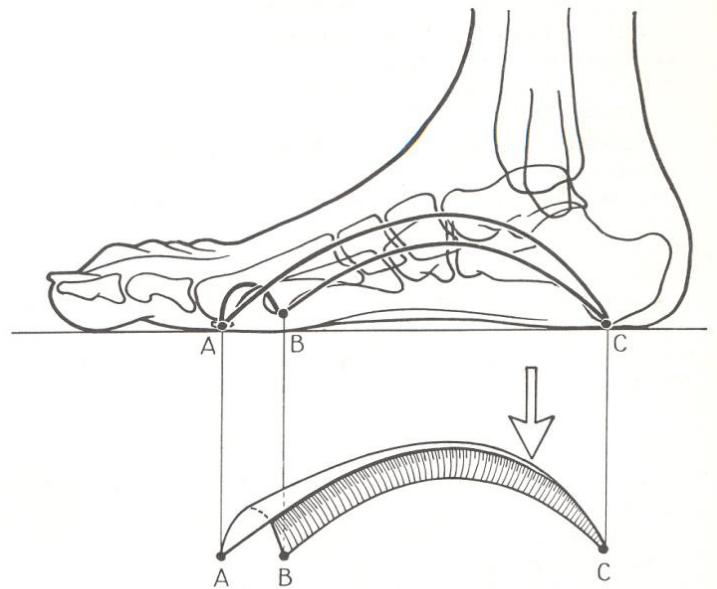
TAULUKKO 1. Jalkaterän kaarirakenteisiin vaikuttavat lihakset (Moore & Dalley 2006, 638-640; Mylläri 2003, 163-168; Hervonen 2001, 259-261).

Nimi	Origo	Insertio	Funktio
M. peroneus longus	Caput fibulae ja facies lateralis fibulae pars proximalis	Os metatarsale proximalis 1 ja os cuneiforme mediale	Jalkaterän pronaatio ja plantarifleksio
M. peroneus brevis	Facies lateralis fibulae pars distalis	Tuberositas ossis metatarsalis 5	Jalkaterän pronaatio ja plantarifleksio
M. tibialis posterior	Facies posterior tibiae ja fibulae	Os naviculare, ossa cuneiformia, os cuboideum ja ossa metatarsi 2—5	Ylemmän nilkkaniveleen plantarifleksio sekä alemman nilkkaniveleen adduktio ja inversio
M. tibialis anterior	Facies lateralis tibiae, membrana interossea cruris	Os cuneiforme medialis, basis ossis metatarsalis 1	Ylemmän nilkkaniveleen dorsaalifleksio sekä alemman nilkkaniveleen abduktio ja eversio
M. flexor hallucis longus	Facies posterior fibulae ja membrana interossea cruris	Os phalanx distalis 1	Isovarpaan fleksio, ylemmän nilkkaniveleen plantarifleksio sekä alemman nilkkaniveleen adduktio ja inversio
M. flexor hallucis brevis	Ossa cuneiformia	Os phalanx proximalis 1, ossa sesamoidea	Isovarpaan tyviniveleen fleksio, jalkaterän pitkittäisen kaaren tukeminen
M. flexor digitorum longus	Facies posterior tibiae	Os phalanx distalis 2—5	Varpaiden 2—5 fleksio, ylemmän nilkkaniveleen plantarifleksio sekä alemman nilkkaniveleen adduktio ja inversio
M. flexor digitorum brevis	Os calcaneus ja aponeurosis plantaris	Ossa phalangea 2—5 medialis	Varpaiden 2—5 tyvinivelten fleksio ja pitkittäisen jalkaterän kaaren tukeminen
M. flexor digiti minimi brevis	Os metatarsale 5	Os phalanx proximalis 5	Pikkusarvaan tyviniveleen fleksio ja abduktio
M. abductor hallucis	Tuber calcanei	Os phalanx proximalis	Isovarpaan fleksio ja

cis		1	abduktio tyvinivelessä
M. abductor digiti minimi	Os calcaneus ja aponeurosis plantaris	Os phalanx proximalis 5	Pikkuarpaan fleksio ja abduktio tyvinivelessä
M. adductor hallucis	Caput obliquum: ossa metatarsi 2—3, os cuneiforme laterale, os cuboideum. Caput transversum: ossa phalangea 3—5 proximale	Os phalanx proximalis 1 margo laterale, os sesamoidea laterale	Isovarpaan adduktio ja poikittaisen jalkaholvin tukeminen
Mm. interossei plantares pedis	Ossa metatarsi 3—5 margo medialis	Ossa phalangea 3—5 proximalis	Varpaiden 3—5 tyvinivelten adduktio ja keskinivelten fleksio
M. extensor hallucis longus	Os fibula ja membrana interossea cruris	Phalanx distalis 1	Os phalangea 1 ekstensio ja jalkaterän dorsifleksio
M. extensor hallucis brevis	Os calcaneus ylälateraalipinta	Os phalanx 1 distalis	Isovarpaan ekstensio
M. extensor digitorum longus	Os tibia pars proximalis, margo anterior fibulae ja membrana interossea cruris	Phalanx medialis ja distalis 2—5	Ossa phalangea 2—5 ekstensio, jalkaterän dorsifleksio ja pronatio
M. extensor digitorum brevis	Os calcaneuksen ylälateraalipinta	Ossa phalangea 2—4 distalis	Varpaiden 2—4 ekstensio
Mm. interossei dorsales pedis	Jalkapöytäluiden vastakkaiset sivut	Ossa phalangea proximalis 2—4	Varpaiden 2—4 tyvinivelten abduktio ja keskinivelten fleksio
M. gastrocnemius	Condylus lateralis ja medialis femoris	Tuber calcanei	Polvinivelen fleksio, ylemmän nilkkanivelen plantarifleksio sekä alemman nilkkanivelen adduktio ja inversio
M. soleus	Linea m. solei tibiae, caput ja facies posterior fibulae	Tuber calcanei	Ylemmän nilkkanivelen plantarifleksio sekä alemman nilkkanivelen adduktio ja inversio

Jalkaterän luut ovat asettuneet toisiinsa nähden siten, että ne muodostavat pitkittäisen ja poikittaisen kaaren jalkapohjan puolelle (Kuvio 2.). Kaarirakenteet ovat joustavia tai tukevia ja niitä ylläpitävät voimat ovat peräisin jalkaterän nivelkapseleista, nivelsiteistä sekä säären että jalkaterän lihaksista ja niiden jänteistä. Nivelsiteet ja nivelkapselit muodostavat kaarirakenteiden passiivisen

tuen. (Ahonen 2002, 245–246.) Lihakset puolestaan muodostavat jalkaterän dynaamisen tuen tukien kaarirakenteita liikkeissä (Mylläri 2003, 140; Ahonen 2002, 245). Kaarirakenteet voivat olla liian korkeita tai liian matalia. Molemmissa tapauksissa jalkaterän toiminta häiriintyy, mikä vähentää alaraajan tukevuutta muun muassa seistessä. (Kapandji 1997, 224, 227.)



KUVIO 2. Jalkaterän pitkittäinen mediaalikaari kulkee pisteiden A ja C välillä. Pitkittäinen lateraalikaari kulkee pisteiden B ja C välillä. Jalkaterän poikittainen kaari kulkee pisteiden A ja B suuntaisesti koko jalkapohjan matkalta. (Kapandji 1997, 227.)

Pitkittäisten kaarien ajatellaan kulkevan kahta linjaa pitkin jalkapohjan mediaali- ja lateraalireunalla (Kuvio 2.). Mediaalinen pitkittäiskaari on kaarirakenteista korkein, pisin ja liikelaajuudeltaan siinä tapahtuu eniten liikettä. Sen korkein kohta sijaitsee os navicularen kohdalla. Mediaalinen pitkittäiskaari rakentuu viidestä luusta, joita pitkin mekaaniset voimat kulkevat ja jakaantuvat tukipisteiden kautta maahan. Mediaalikaari muodostuu osaa calcaneuksesta, taluksesta, navicularesta, cuneiforme medialiksesta ja ensimmäisestä metatarsalesta. Tärkeimpiä mediaalisen pitkittäiskaaren passiivisia tukirakenteita ovat ligamentia cuneometatarsea interossea, ligamentia cuneonavicularia plantaria, ligamentum calcaneonaviculare plantare ja ligamentum talocalcaneum mediale. Nämä nivelsiteet yhdistävät luita toisiinsa ja siten estävät kaarirakenteen romahtamista. (Kapandji 1997, 227–228.)

Dynaamista tukea **mediaaliseen pitkittäiskaareen** tuovat m. tibialis posterior, m. peroneus longus, m. flexor hallucis longus, m. flexor digitorum longus ja m. abductor hallucis longus. Lihaksista tibialis posterior tukee ja korostaa jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren korkeinta kohtaa vetämällä os navicularea taakse ja alaspäin os talukseen nähden. M. peroneus longus plantaari-fleksoi ensimmäistä os metatarsalea os cuneiforme medialen suhteen, joka puolestaan työntää os navicularea ylöspäin. Tämä tarkoittaa sitä, että m. peroneus longuksen aiheuttama plantaari-fleksion suuntainen liike lähentää mediaalisen pitkittäiskaaren etuosaa kohti takaosaa, minkä vuoksi kaari kohoaa. M. flexor hallucis longus ja sitä avustava m. flexor digitorum longus kulkevat koko mediaalisen pitkittäiskaaren lävitse. Molemmat lihakset ovat tärkeitä mediaalisen pitkittäiskaaren tukirakenteita. M. flexor hallucis longuksen jänne kontrolloi os taluksen työntymistä taaksepäin vetäen os calcaneuksen etuosaa ylöspäin kohti os talusta. Lihaksista abductor hallucis longus tukee mediaalista pitkittäiskaarta vetäen kaaren molempia päitä toisiaan kohti. (Kapandji 1997, 228.)

Jalkaterän **lateraalinen pitkittäiskaari** muodostuu kolmesta luusta, joita ovat calcaneus, cuboideum ja viides metatarsale. Os calcaneus on lateraalisen pitkittäiskaaren takatuki ja viides os metatarsale on vastaavasti etutuki (Kuvio 2). Viidennen os metatarsalen kärkiosa on kosketuksessa tukipintaan. Taka- ja etutuki välittävät lateraalikaareen kohdistuvat mekaaniset voimat tukipintaan. Koska kaarirakenne on matala, se on kosketuksessa tukipintaan pehmytkudosten välityksellä. Lateraalisen pitkittäiskaaren korkein kohta on os cuboideumin kohdalla. Matalan ja jäykän kaaren tarkoituksena on estää m. triceps surae eteenpäin työntävää voimaa. (Kapandji 1997, 230.) Lateraalisen pitkittäiskaaren passiivisesta jäykkyydestä puolestaan vastaa ligamentum plantare longum ja brevis (Moore & Dalley 2006, 711). Molemmat nivelsiteet estävät articulatio calcaneocuboidea ja articulatio cubometatarsalea avautumasta alaspäin. Lateraalisen pitkittäiskaaren dynaaminen tuki muodostuu mm. peroneus longuksesta ja breviksestä sekä abductor digiti minimistä. Peroneus longuksen jänne nostaa os calcaneusta ylöspäin m. flexor hallucis longuksen kanssa. Lateraalikaaren päitä vetää yhteen m. abductor digiti minimi, joka kulkee koko lateraalikaaren matkalta. Lihakset peroneus longus ja brevis estävät yhdessä, passiivisten tukirakenteiden, ligamentia plantare longumin ja breviksen kanssa jalkaterän lateraalisen pitkittäiskaaren niveliä avautumasta alaspäin. (Kapandji 1997, 230–232.)

Ensimmäinen ja viides säde ovat tärkeitä jalkaterän etuosan inversio-eversio suuntaisten liikkeiden kannalta. Säteet muodostuvat ossa metatarsaleista ja niiden proksimaalipuolella olevista

jalkaterän keskiosan luista. Jalkaterässä on viisi sädettä, jotka numeroidaan os metatarsale medialiksesta alkaen. Ensimmäisen säteen muodostavat ensimmäinen os metatarsale, os cuneiforme mediale ja os naviculare. Viidennen säteen muodostaa viides os metatarsale. Ensimmäinen säde on kaikista liikkuvim ja sillä on suuri merkitys jalkaterän normaalin toiminnan kannalta. Articulatio talocruraliksen nolla-asennossa on ensimmäisen säteen liikkuvuus yhteensä noin 50 astetta, joista 30 astetta plantaarifleksioon ja 20 astetta dorsifleksioon. Liikkuvuudesta suurempi osa tapahtuu dorsifleksion suuntaan ja pienempi osa plantaarifleksion suuntaan. Lisäksi ensimmäisessä säteessä tapahtuu rotaatio- ja deviaatioliikettä. Viidennessä säteessä liikesuunnat ovat samat kuin ensimmäisessä säteessä, mutta liikkuvuus on vähäisempää. (Ahonen 2002, 267–268.)

Jalkaterän **poikittaisen kaaren** ajatellaan kulkevan koko jalkapohjan matkalta. Poikittaista kaarta voidaan tarkastella os navicularen ja os cuboideumin, ossa cuneiformien sekä ossa metatarsalien kärkien välisissä linjoissa. Jalkaterän **etusassa** poikittaiskaari (Kuvio 2, sivu 14.) rakentuu ensimmäisen ja viidennen os metatarsalen kärkien välille. Sekä ensimmäisen että viidennen os metatarsalen kärjet ovat lähimpänä tukipintaa. Etummaisen poikittaiskaaren korkein kohta on toisen os metatarsalen kärjessä, josta kaari madaltuu tasaisesti lateraaliseen suuntaan. Toisen os metatarsalen laskeutuessa pysyvästi muuttuu poikittaisen kaaren rakenne matalammaksi. Koska etummainen poikittaiskaari on rakenteellisesti heikko se romahtaa helposti ja voi olla muodoltaan suora tai alaspäin kaareva. Etummaisen poikittaiskaaren matalasta rakenteesta johtuen se on kosketuksessa tukipintaan pehmytkudosten välityksellä. Ainoastaan ensimmäinen os metatarsale on kosketuksessa tukipintaan kahden os sesamoideumin välityksellä. Jalkaterän etuosan poikittaista kaarta tukevat passiivisesti ossa metatarsusten ligamentia intermetatarsalia ja dynaamisesti m. adductor halluciksen pars obliquus. (Kapandji 1997, 232.)

Jalkaterän **keskiosassa** poikittainen kaari on kosketuksessa tukipintaan os cuboideumin välityksellä. Os cuneiforme intermedium on poikittaisen keskikaaren korkein kohta ja se on samassa linjassa toisen os metatarsalen kanssa. Poikittaista kaarta tukee dynaamisesti m. peroneus longus koko poikittaisen kaaren matkalta. (Kapandji 1997, 232.) Nivelsiteistä cuneocuboideum plantare ja intercuneiformia plantaria tukevat poikittaista kaarta passiivisesti jalkaterän keskiosassa (Mylläri 2003, 140).

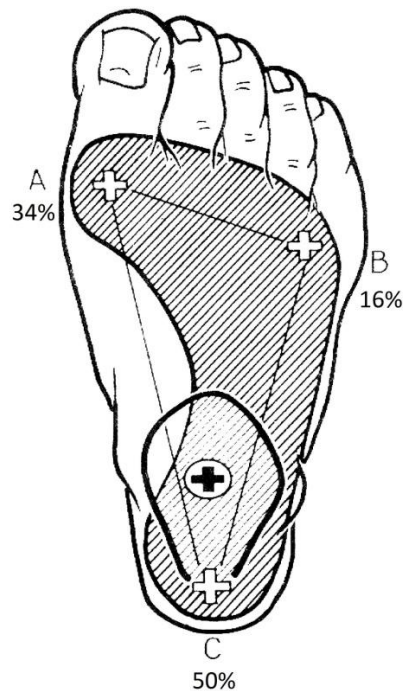
Jalkaterän **takaosassa** poikittaista kaarta voidaan tarkastella os navicularen ja os cuboideumin kohdalla. Tässäkin kohtaa poikittainen takakaari tukeutuu tukipintaan os cuboideumin kautta. Os naviculare asettuu os cuboideumin ja tukipinnan yläpuolelle. Poikittaiskaarta tukee dynaamisesti jalkaterän takaosassa m. tibialis posterior erityisesti silloin, kun luut painuvat eteen ja sivuille päin. (Kapandji 1997, 232.) Myllärin (2003, 140) mukaan jalkaterän takaosan kaarirakenne saa passiivista tukea ligamentum cuboideonaviculare plantaresta.

2.2 Jalkaterän biomekaniikka

Jalkaterässä kaksi toiminnallista liikeakselia vastaavat jalkaterän liikesuunnista. Nämä liikeakselit ilmenevät plantarifleksio- ja dorsifleksioliikkeissä articulatio talocruraliksessa sekä jalkaterän pronatio- ja supinaatioliikkeistä articulatio talocalcaneonaviculariksessa. (Peterson, Renström & Koistinen 2002, 408–410.) Jalkaterän asennon määrittämisessä käytetään usein apuna articulatio talocalcaneonaviculariksen nolla-asentoa. Articulatio talocalcaneonaviculariksen nolla-asento haetaan asettamalla os taluksen pää maksimaalisen pronation ja supinaation keskikohtaan. (Ahonen 2002, 404–405.)

Nilkan dorsifleksiota rajoittavat luurakenteet, nivelkapselin takaosa, ligamentia collateralian takimmaisat säikeet ja m. triceps surae kireys. Normaalitilanteessa pehmytkudokset rajoittavat dorsifleksiota ennen kuin os tibian etureuna törmää os taluksen kaulaan. Plantaarifleksiota rajoittaa vastaavasti kapselin etureuna, ligamentia collateralian etuosat ja säären etupuolen dorsifleksiolihakset. (Ahonen 2002, 231.)

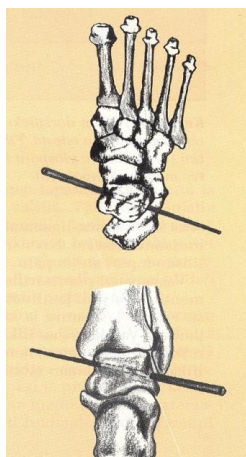
Os tibian kautta välittyvä kehon paino siirtyy os talukseen, johon ei kiinnity ollenkaan lihaksia vaan se liikkuu sitä ympäröivien rakenteiden ohjaamana. Os taluksesta kehon paino jakautuu os calcaneuksen kautta jalkaterän takimmaiseen ja os navicularen kautta etummaisiin painopisteisiin. (Kuvio 3.) Takimmainen painopiste on os calcaneuksessa ja se on etummaisten painopisteiden yhteinen tukipilari. Takimmaiseen painopisteeseen välittyy noin 50 prosenttia kehon painosta. Edessä sisempi painopiste on ensimmäisen os metatarsalen distaalipäässä ja sinne välittyy noin 34 prosenttia kehon painosta. Edessä ulompi painopiste on viidennen os metatarsalen distaalipäässä ja siihen välittyy noin 16 prosenttia kehon painosta. (Kapandji 1997, 182, 227–234; Calais-Germain 1993, 238.)



KUVIO 3. Valkoiset plussat kuvaavat painopistealueita. Painopisteisiin kohdistuva kuorma on kuvattu prosentteina. A. Etummainen sisempi painopiste. B. Etummainen ulompi painopiste. C. Takimmainen painopiste. (Mukaiillen Kapandji 1997, 227.)

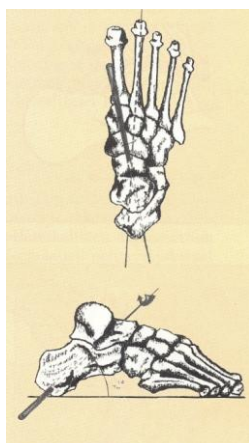
Os taluksen nivelpinta on laajuudeltaan kaksinkertainen verrattuna os tibian distaalipään nivelpintaan. Tällöin os taluksen nivelpinnan etu- ja takapuolelle jää vapaata nivelpintaa. Talocruraliksen ollessa nolla-asennossa jää os taluksen takaosaan enemmän vapaata nivelpintaa verrattuna etuosan vapaaseen nivelpintaan. Tästä syystä nilkan plantaarifleksio on liikelaajuudeltaan suurempi kuin dorsifleksio. (Kapandji 1997, 166–167.)

Talocruraliksen liikeakseli kulkee mediaalipuolelta lateraaliseen suuntaan loivasti laskevana ja akselin mediaalinen pää on anteriorisempana kuin lateraalinen. (Kuvio 4.) Ylhäältä katsottuna fleksioakseli kulkee os taluksen takaosan läpi ja takaa katsoen aivan molempien ossa malleolisten kärkien alta. Nivelsiteiden ollessa terveitä talocruralis on erittäin stabiili sivusuunnissa. Kuorimitettaessa talocruralista esimerkiksi kävelyssä tekee os fibula pientä joustoliikettä sen mukaisesti, minkälaisessa asennossa jalkaterä on. (Ahonen 2002, 231–232.)



KUVIO 4. Oikean jalkaterän articulatio talocruraliksen akseli. Ylemmässä jalkaterässä akseli on havainnoillistettu ylhäältä päin. Alemmassa jalkaterässä akselin kulku näkyy posteriorisesta suunnasta. (Ahonen 2002, 231.)

Talocalcaneonaviculariksen akseli on kolmiulotteinen liikeakseli. Akseli kulkee os taluksen kaulasta kohti os calcaneuksen lateraalista taka-alakärkeä. (Kuvio 5.) Talocalcaneonaviculariksen nolla-asennossa akseli kulkee sivulta katsottuna 40 asteen kulmassa tukipintaan nähden. Kuormitetussa tilassa talocalcaneonaviculariksessa tapahtuu akselinsa suhteen pronaatio- ja supinaatioliikettä. Pronaatioissa os calcaneus kääntyy eversioon, jolloin os talus siirtyy mediaalisesti pronaatioon samalla joustuen plantarifleksioon. Supinaatioissa liikkeet tapahtuvat pronaation peilikuvina. (Ahonen 2002, 228–229.)



KUVIO 5. Oikean jalkaterän articulatio talocalcaneonaviculariksen akseli. Ylemmässä jalkaterässä akseli on havainnoillistettu ylhäältä päin. Alemmassa jalkaterässä akselin kulku näkyy lateraalista suunnasta. (Ahonen 2002, 229.)

Os calcaneuksen yläpinta ja os taluksen alapinta muodostavat erittäin vakaan, lähes vaakasuoran nivelpinnan (articulatio talocalcaneonavicularis). Os calcaneuksen ja os taluksen painopisteet ovat erillään toisistaan siten, että os taluksen painopiste on hieman mediaalisempana. Tämän vuoksi jalkaterän kuormitus saa aikaan pienen pronaatioliikkeen articulatio talocalcaneonaviculariksessa. Articulatio talocalcaneonaviculariksessa tapahtuu myös pronaatioliikkeen vastakohta supinaatio. Pronaatiiossa jalkaterän etuosa kääntyy abduktioon ja supinaatiiossa addukktioon. (Ahonen 2002, 228–229, 268, 274–275.)

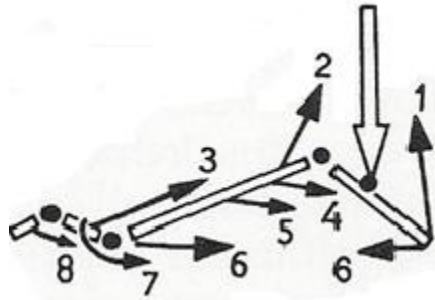
2.3 Kaarirakenteiden madaltuminen

Tavallisesti pes planuksen aiheuttaa m. tibialis posteriorin tai m. peroneus longuksen sekä nilkan nivelsiteiden heikkous. Nivelsiteet pystyvät ylläpitämään jalkaterän normaaleja kaarirakenteita, mutta ilman lihasten antamaa tukea nivelsiteet venyvät ja ajan myötä kaarirakenteet romahtavat. Pes planus on jalkaterän toiminnan häiriö, jossa jalkaterän mediaalinen pitkittäiskaari on madaltunut. Normaalisti jalkaterän kaarien joustaminen mahdollistaa hyvän iskunvaimennuksen, mutta pes planuksesta tämä ominaisuus puuttuu. (Kapandji 1997, 236, 242–246.) Pes planus jalkaterä voi olla joustava tai jäykkä. Joustavaan jalkaterään muodostuu selvä pitkittäiskaari noustaessa varpaille tai jalkaterän riippuessa vapaana, mutta jäykässä jalkaterässä mediaalinen pitkittäiskaari ei kohoa. Joustavassa ja jäykässä pes planus jalkaterässä mediaalinen pitkittäiskaari ei kohoa jalkaterän ollessa kuormitettuna seisoma-asennossa. (Saresvaara-Virtanen & Ojala 1994, 69.)

Pes planus jalkaterässä on usein myös poikittaiskaari madaltunut metatarsalien distaalipäässä. Poikittaiskaaren madaltuessa jalkaterä leviää etuosastaan sekä ossa metatarsalialt että ossa phalangealiksi leviävät viuhkamaisesti. Normaalitylanteessa ensimmäisen ja viidennen os metatarsuksen päät vastaavat kehon painon kannattelusta, mutta poikittaiskaaren madaltuessa kuormitus siirtyy liikaa toisen ja neljännen os metatarsuksen kannateltavaksi. Madaltunut poikittainen kaari aiheuttaa usein kiputiloja päkiän alla (metatarsalgia). Päkiäkivut johtuvat toisen ja kolmannen os metatarsalien liian kovasta rasituksesta, mikä aiheuttaa kovettumia kyseessä olevien varpaiden tyvinivelten alle. (Peterson ym. 2002, 413.)

Kaariongelmaisessa jalkaterässä stabilaatiolihashen voima on häiriintynyt. Os calcaneuksen takaosaan ja jalkaterän dorsaalipuolelle kiinnittyvien lihasten (m. triceps surae, m. tibialis anterior, m. peroneus tertius sekä mm. extensores hallucis ja digitorum longukset) aktivaatio tuottaa voiman,

joka pyrkii madaltamaan jalkaterän kaarirakenteita. Jalkaterän plantaaripuolelle kiinnittyvien lihasten (m. tibialis posterior, mm. peroneus longus ja brevis, mm. plantae pedis ja m. flexor digitorum longus) aktivaatio tuottaa voiman, joka puolestaan pyrkii kohottamaan kaarirakenteita. (Kuvio 6.) Edellä mainittujen mekanismien mukaisesti voivat lihasten yli- tai aliaktivaatio aiheuttaa ryhtivirheitä jalkaterän alueelle. (Kapandji 1997, 242–245.)



KUVIO 6. Jalkaterän takaosaan ja dorsaalipuolelle kiinnittyvät lihakset 1–3 kuvaavat jalkaterän kaarirakenteita madaltavia voimia (1. m. triceps surae, 2. m. peroneus tertius, 3. mm. extensores hallucis ja digitorum longus). Jalkaterän plantaaripuolelle kiinnittyvät lihakset 4–8 kuvaavat jalkaterän kaarirakenteita kohottavia voimia (4. m. tibialis posterior, 5 mm. peroneus longus ja brevis, 6. mm. plantae pedis, 7. mm. interossei plantares, 8. m. flexor digitorum longus). (Kapandji 1997, 245.)

Madaltuneissa kaarissa kehon paino ei jakaannu jalkaterässä optimaalisesti. Tällöin normaalit painopistealueet pystyasennossa muuttuvat. Mediaalisen pitkittäiskaaren madaltuminen aiheuttaa os calcaneuksen kiertymisen eversioon, jolloin ligamentum calcaneonaviculare venyytty ja os naviculare laskeutuu. Se aiheuttaa myös jalkaterän takaosaan epävakautta, mikä lisää lihasjännitystä esimerkiksi m. tibialis posterioriksessa ja m. flexor hallucis longuksessa. Musculus flexor hallucis longuksen jänne kulkee os taluksen processus talin tuberculum medialen ja lateralen välistä sekä os calcaneuksen ja os taluksen sustentaculum talin alapuolella. Jänne kontrolloi os taluksen työntymistä taaksepäin ja vetää os calcaneuksen etuosaa ylöspäin kohti os talusta. Jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren madaltumisen vuoksi varpaille nousu hankaloituu ja kävelyn varvastyöntö jää heikoksi tai sitä ei pystytä tuottamaan laisinkaan. Tällöin jalkaterä kääntyy kävelyssä kuormitusvasteen aikana liikaa pronaatioon, jolloin se ei päätöstukivaiheessa käänny riittävästi supinaatioon normaalin kävelyn takaamiseksi. (Pohjolainen 2009, 218; Ahonen 2002, 187, 206; Kapandji 1997, 228; Saresvaara-Virtanen & Ojala 1994, 69–70.)

Alemman nilkkanivelen ylipronatio vaikuttaa osittain hallux valguksen muodostumiseen. Muita hallux valguksen virheasentoon vaikuttavia tekijöitä ovat poikittaisen kaaren madaltuminen sekä m. abductor ja adductor hallucisten heikkoudet. (Peterson, Renström & Koistinen 2002, 421-422.) Hallux valguksessa isovarvas on kääntynyt muita varpaita kohti, mutta poispäin kehon keskilinjasta. Hallux valguksessa lihasten jänteet joutuvat kulkemaan eri linjoja pitkin nivelakseliin nähden. Tästä johtuen lihakset eivät suorita puhtaasti fleksio ja ekstensio suuntaisia liikkeitä vaan kaikista isovarpaan liikkeisiin vaikuttavista lihaksista tulee isovarpaan lähentäjälihaksia. (Ahonen 2002, 347–351.)

3 JALKATERÄN KAARIRAKENTEISIIN VAIKUTTAVIEN LIHASTEN HARJOITAMINEN

Lihassoimaharjoittelun tarkoituksena on vaikuttaa tuki- ja liikuntaelimeistöön harjoittamalla jalkaterän stabiliteettia, liikkuvuutta ja proprioseptiikkaa. Harjoitteiden avulla vahvistetaan lihaksia, jänteitä, niveliä ja luustoa. Lihassoimaharjoittelu kehittää niitä ominaisuuksia, joita harjoitetaan. (Erämetsä & Laakko 2001, 113.) Stabiliteettia voidaan harjoittaa lihassoimaharjoittelun avulla. Lihassoima voidaan jakaa kolmeen eri voimanlajiin: nopeus-, maksimi- ja kestovoimaan. Lihassyötä tuotetaan kahdella tavalla isometrisesti ja dynaamisesti. Isometrisessä lihassupistuksessa lihaksen pituus ei muutu eli nivelliikettä ei tapahdu. Dynaaminen lihassyö aiheuttaa lihaksen pituudessa muutoksia. Se jaetaan konsentriseen sekä eksentriseen lihassyöhön. Konsentrisessä lihassyössä lihaksen tuottama voima on suurempi kuin vastus, tällöin lihaksen pituus lyhenee supistuessaan. Eksentrisessä lihassyössä vastus on suurempi kuin lihaksen tuottama voima. Sen vuoksi lihaksen pituus kasvaa, vaikka se pyrkiikin supistumaan. (Niemi 2008, 61–62, 102.) Liikkuvuusharjoittelun tarkoituksena on lisätä nivelen liikkuvuutta, lihas-jännesysteemin venyvyyttä sekä rentoutta ja venyvyyttä lihaksissa (Saari, Lumio, Asmussen & Montag 2009, 37). Proprioseptiikalla tarkoitetaan kykyä tuntea nivelten asento, lihasten tuottama voima ja kykyä tuntea kehon asento (Kilmurray & Mason, 2006, 484–485; Schmidt & Wrisberg 2004, 93). Proprioseptorit sijaitsevat iholla, jänteissä, ligamenteissa, lihaksissa ja nivelissä. (Pajala, Sihvonen & Era 2003, 125.)

3.1 Stabiliteetin harjoittaminen

Stabiliteetilla tarkoitetaan riittävän stabiliteetin säilymistä nivelessä aktiviteettia suoritettaessa tai staattisessa asennossa. Nivelen stabiliteetti saadaan aikaan mekaanisten ja dynaamisten stabilointimekanismien välisen vuorovaikutuksen avulla. (Myers, Wassinger & Lephart 2006, 197-198.) Sekirin, Yildiz, Hazneci, Ors & Aydin (2007, 654–664) mukaan lihassoiman ja proprioseptiikan harjoittamisella on positiivisia vaikutuksia nivelstabiliteettiin.

Kestovoimalla tarkoitetaan hermolihasjärjestelmän kykyä tuottaa voimaa pitkäkestoisesti. Kestovoimaharjoitteissa käytetään suhteellisen kevyttä harjoitusvastusta (0-60 % 1RM) sarjoissa suuria

toistomääriä (>10) ja sarjojen välissä lyhyitä palautusaikoja (0-60 sekuntia). Tämän kaltainen harjoittelu antaa hyvän pohjan muulle lihasvoimaharjoittelulle, koska käytettäessä pienempiä harjoitusvastuksia opitaan oikeat liiketekniikat turvallisesti. **Maksimivoima** voidaan jakaa kahteen tyyppiin, puhtaaseen (neuraaliseen) maksimivoimaan, jolloin lihas tuottaa supistuessaan maksimaalisen voiman tai perusmaksimivoimaan, jolloin pyritään suorittamaan tietty määrä toistoja maksimaalisella kuormalla. Perusmaksimivoimaharjoittelun aloittaminen vaatii hyväkuntoiset tuki- ja liikuntaelimet. Harjoitteissa käytetään harjoitusvastuksena 60–85 % 1RM kuormia, toistoja sarjoissa on 6-12 ja sarjojen väliset palautusajat ovat 30–120 sekuntia. Perusmaksimivoimaharjoittelussa jokainen sarja päättyy totaaliseen uupumukseen. (Niemi 2008, 102–104, 110, 116.)

Harjoitteluohjelman tulee edetä systemaattisesti ja harjoitettavia lihaksia on kuormitettava erisuuruisilla vastuksilla lihasvoiman kehittämiseksi (Fleck & Kraemer 2004, 7). Harjoitusohjelma voi edetä esimerkiksi jaksoittaisesti. Klassiseksi jaksottamiseksi kutsutaan mallia, jossa harjoittelu aloitetaan suurilla toistomäärillä ja pienillä vastuksilla (Stone, O’Byrant, Garhammer, McMillan & Rozenek 1982, 36–39). Harjoittelun edetessä, harjoitteiden toistomääriä vähennetään ja vastusta lisätään. Täten pystytään kehittämään lihaskestävyttä ja – voimaa (Fleck 1999, 82–89). Paikalliselle kestävyysharjoittelulle suositellaan kevyitä tai keskiraskaita vastuksia, joissa harjoitteiden toistomäärän tulee olla yli 15 kertaa sarjassa (Chodzko-Zajko, Proctor, Fiatarone Singh, Minson, Nigg, Salem & Skinner 2009, 1510–1530). Lihaskudos adaptoituu eli sopeutuu kuormitukseen ja kehitys loppuu tai hidastuu, mikäli harjoittelua jatketaan koko ajan samanlaisena (Erämetsä & Laakko 2001, 102–103). Harjoittelua voidaan muokata kuorman, toistojen, sarjojen, sarjapalautuksen, liikenopeuden, nivelkulmien sekä liikkeiden vaihtamisella. Toistojen määrää pitää vaihdella usein, jotta lihaskudos ei adaptoituu. (Fry & Newton 2002, 17).

Aloittelevalle harjoittelijalle suositellaan, koko kehoa kuormittavassa lihasvoimaharjoittelussa, harjoittelurytmiksi 2-3 harjoituskertaa viikossa (Candow & Burke 2007, 204–207). Lyhyen aikavälin (11–16 viikkoa) tutkimus osoittaa, että suurimmat lihasvoiman lisääntymiset tapahtuvat ensimmäisten 4–8 viikon aikana harjoittelun aloittamisesta (Hickson, Hidaka & Foster 1994, 593–598).

3.2 Liikkuvuuden harjoittaminen

Liikkuvuuden harjoittaminen parantaa lihasten verenkiertoa ja aineenvaihduntaa. Lyhentyneet lihakset rajoittavat liikettä ja aiheuttavat virheellisten liikeratojen syntymisen. Liikkuvuuden harjoit-

taminen ennaltaehkäisee tuki- ja liikuntaelimestön toiminnan ongelmia. Liikkuvuutta on mahdollista kehittää aktiivisilla tai passiivisilla harjoitteilla. Liikkuvuuteen voidaan vaikuttaa esimerkiksi lihasvenytyksillä, nivelmobilisoinnilla, pehmytkudosmobilisoinnilla tai hieronnalla. (Saari ym. 2009, 37: Kaltenborn & Evjenth 1986, 10.) Tehokkaan lihastyöskentelyn jälkeen lihaskudos on lyhentynyt supistusten johdosta. Mikäli lihaksen elastisuutta ei tällöin harjoiteta, jää lihas lyhyemmäksi ja aiheuttaa lihasepätasapainoa kyseessä olevan nivelen alueella. Lihasepätasapainon vuoksi lihaksen antagonisti ei voi työskennellä normaalisti ja heikkenee sen vuoksi. Lyhentynyt lihas muuttaa liikkumista ja kehon koordinoitua toimintaa muuttaen lihasten aktivoitumisjärjestystä. Myöhemmin nivelten liikelaajuudet heikkenevät ja nivelen loppujousto muuttuu, koska liike loppuu liian aikaisin. (Saarikoski 2004, 483.)

Liikkuvuus harjoittelulla pyritään vaikuttamaan lihaksen ja jänteen elastisuuteen (Ylinen 2006, 4). Ennen liikkuvuusharjoittelua tulee suorittaa lämmittely, jonka tarkoituksena on lihasten ja muiden venyvien rakenteiden lämmittäminen. Venytyksen tulee aiheuttaa venytyksen tunnetta venytettävään lihasalueeseen, mutta venytys ei kuitenkaan saa aiheuttaa kipua tai lihaskrampeja. (Saari ym. 2009, 38–41.) Lihassetäytyt voidaan suorittaa muun muassa staattisilla venytyksillä. Staattiset venytykset tehdään ilman liikettä eli viedään lihas venytysasentoon ja pidetään venytystä yllä tietty aika. Staattisia venytyksiä voidaan tehdä passiivisesti esimerkiksi terapeutin avustamana tai aktiivisesti itse joko ilman tukea tai käyttäen ulkoista tukea. (Walker 2007, 19–25.)

Kaya & Yuktasir (2007, 11 – 21) mukaan pohjelihasten staattisella venyttelyllä on merkittäviä vaikutuksia nilkan dorsifleksion liikelaajuuden parantamiseksi. Tutkimuksessa venytys kesti 30 sekuntia kerrallaan. Venytyksiä suoritettiin neljänä päivänä viikossa kuuden viikon ajan. Tutkimuksessa kuvatun jalkaterän dorsifleksion liikelaajuuden parantuminen tarkoittaa, että m. gastrocnemius ja m. soleus lihasten jännittyneisyys vähentyi ja joustavuus parantui, jolloin kaarirakenteisiin kohdistuva madaltumista aiheuttava voima väheni.

3.3 Proprioseptiikan harjoittaminen

Lihaksissa on lihaskämejä, jotka reagoivat lihaksen pituuden vaihteluihin. (Allen & Widener 2009, 90–92.) Jänteiden ja lihasten liitoskohdassa sijaitsee Golgin jänne-elimiä, joiden tehtävänä on estää jänteiden repeäminen ja lihasten vaurioituminen. (Allen & Widener 2009, 91.) Reseptoreita sijaitsee myös nivelkoteloissa. Niiden tehtävänä on aistia nivelkapseleiden ja nivelsiteiden

liiallinen venyminen, jota voi tapahtua silloin kun nivelen liikelaajuus on liian suuri nivelkapselin tai –siteen joustavuuteen nähden. (Billek-Sawhney & Perry 2006, 192-193.)

Hughesin ja Rochesterin (2008, 136 – 147) mukaan ohjatulla harjoittelulla on proprioseptiikan toimintaa parantavia vaikutuksia ainakin toiminnallisesti instabiileissa nilkoissa. Tutkimus antaa viitteitä, että lihasten harjoituksilla on positiivisia vaikutuksia nilkan stabiliteettiin proprioseptiikan harjaantumisen myötä, mikä mahdollistaa jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren asennon aistimisen.

4 TUTKIMUSMETODOLOGIA

Case study eli tapaustutkimus on yksi tutkimustyypeistä, jossa kerätään yksityiskohtaista, intensiivistä tietoa yksittäisestä tapauksesta tai pienestä joukosta toisiinsa suhteessa olevia tapauksia. Aineiston keruu tehdään useita metodeja käyttämällä, muun muassa havainnoiden, haastatellen tai dokumentteja tutkien. Tavoitteena on yleensä ilmiöiden kuvailu. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 134–135.) Tutkimuksen lähestymistavaksi kannattaa valita tapaustutkimus, kun tutkimuksen keskeisiä kysymyksiä ovat mitä-, miten-, ja miksi- kysymykset, tutkija ei juuri pysty kontrolloimaan tapahtumaa tai tutkimuskohteena on jokin tämän ajan elävässä elämässä oleva ilmiö. Perusteluksi lähestymistavan valinnalle riittää, että yksi tai useampi edellä mainituista kriteereistä täyttyy. (Eriksson & Koistinen 2005, 4-5.) Tapaustutkimuksessa merkityksellisintä on henkilön kokema hyöty (Lyytinen 1991, 90–91). Tutkimuksemme on tapaustutkimus, koska siihen valittiin vain kaksi henkilöä. Tutkimuksen aineisto kerättiin havainnoinnin, kyselylomakkeen, harjoittelu-päiväkirjan, valokuvien, goniometrin ja Footscanilla saadun datan avulla.

Tutkimuksessamme käytettiin sekä kvantitatiivista eli määrällistä että kvalitatiivista eli laadullista metodologiaa. Kvantitatiivinen tutkimus tuo tutkimukseen laajuutta ja kvalitatiivinen tutkimus syvyyttä. Menetelmää kutsutaan triangulaatioksi. Triangulaation avulla pyritään nostamaan tutkimustulosten luotettavuutta. (Kananen a 2008, 118–120.) Kvantitatiivisessa tutkimuksessa on keskeistä muun muassa johtopäätökset aiemmista tutkimuksista, aiemmat teoriat, hypoteesien esittäminen, käsitteiden määrittely, aineiston keruun suunnitteleminen, tutkittavien henkilöiden valinta, muuttujien taulukointi ja aineiston saattaminen tilastollisesti käsiteltävään muotoon sekä päätelmien teko havaintoaineiston tilastolliseen analysointiin perustuen (Hirsjärvi 2009, 140). Kvantitatiivisessa tutkimuksessa pyritään kerätyn aineiston avulla kuvailemaan, vertailemaan ja selittämään tutkittavaa ilmiötä (Hirsjärvi 2007, 130, 136). Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä valittiin, jotta saataisiin konkreettisia tuloksia jalkaterän ryhdissä tapahtuvista biomekaanisista muutoksista. Footscanilla saatiin tietoa jalkapohjan painemuutoksista kilogrammoina. Sovelletusta feissinlinjasta saatiin mediaalimalleolin ja metatarsophalangeaalnivelen välisen linjan ja tukipinnan muodostaman kulman asteluku. Betakulmasta saatiin calcaneuksen ja tibian muodostaman kulman asteluku. Näiden avulla pystyimme tarkastelemaan jalkaterän madaltuneessa mediaali-

sessä pitkittäiskaassa tapahtuvia muutoksia numeeristen arvojen avulla. Saatujen arvojen perusteella alku- ja loppumittaustuloksia oli helppo verrata.

Kvalitatiivinen tutkimus on luonteeltaan kokonaisvaltaista tiedon hankintaa, jossa aineisto kerätään todellisissa ja luonnollisissa tilanteissa. Tutkija luottaa enemmän havainnointikykyynsä kuin yksittäisiin mittareihin. Mittareita voidaan silti käyttää tiedon hankinnan apuna. Havainnointi sopii tutkimuksiin, joissa tutkitaan yksittäisen ihmisen toimintaa. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyritään paljastamaan odottamattomia seikkoja. Aineiston hankinnassa voidaan käyttää muun muassa teemahaastattelua, osallistuvaa havainnointia, ryhmähaastattelua ja erilaisten dokumenttien ja tekstien diskursiivisia analyysejä. (Hirsjärvi 2009, 164; Vilka 2006, 38.) Kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä käytettiin tutkimuksessamme kyselylomakkeen vastausten purkamisen ja alkumittauksessa käytetyn havainnoinnin yhteydessä. Tarkastelimme alkumittauksissa jalkaterän biomekaanisia ilmiöitä kuten koukku-, vasara- ja nuijavarpaisuutta sekä wind lass-ilmiötä.

Tutkimuksen ontologiassa on kyse siitä, minkälaiseksi tutkimuskohde syvemmin käsitetään. Ontologia vastaa kysymyksiin, mikä on tutkittavan ilmiön luonne, mikä on todellista ja mitä voidaan pitää todisteina. Tutkimuskohteen ollessa ihminen, on ontologisen erittelyn tuloksena ihmiskäsitys. (Hirsjärvi 2007, 126.) Olemme tutkimuksessamme kiinnostuneet fyysisistä ominaisuuksista, joten lähtökohtanamme on naturalistinen ihmiskäsitys. Naturalistisessa ihmiskäsityksessä ihmistä tarkastellaan ja tutkitaan erillisinä osina sekä hoidetaan ensisijaisesti sairautta tai oiretta. Kehon liikkeitä tarkastellaan mekanistisesta näkökulmasta, jolloin muun muassa lihasvoima ja nivelten liikkuvuus ovat erillisiä toimintoja, joita ei yhdistetä kokonaistoimintaan. (Talvitie ym. 1999, 37–38.) Tutkimuksessamme kiinnostuksen kohteena ei ole koko ihminen vaan tarkastelemme tiettyä kehonosaa eli jalkaterän mediaalista pitkittäiskaarta.

Tutkimuksen epistemologia eli tieto-opillinen tarkastelu käsittelee tietämisen alkuperää ja luonnetta sekä tiedon muodostamista. Tiedon hankinnassa tulee valita paras metodi. (Hirsjärvi 2009, 130.) Tutkimuksessamme epistemologia perustuu jalkaterän ryhtiä kuvaaviin eri mittareihin. Eri mittareiden avulla voimme kuvata samaa ilmiötä monipuolisesti. Mittausten avulla keräämme tietoa siitä, voiko suunnitellulla harjoitusohjelmalla vaikuttaa joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamiseen.

Pitkittäistutkimus on tutkimus, jossa tutkittavia seurataan pitemmän ajanjakson ajan. Se koostuu alkumittauksesta ja muista mittauksista tietyn ajanjakson aikana. (Krause & Kiikkala 1996, 92.) Pitkittäistutkimukseen ryhdytään, jos halutaan seurata miten asiat muuttuvat jonkin käsittelyn seurauksena ajankohdasta toiseen (Hirsjärvi 2009, 178). Seurasimme alku- ja loppumittausten avulla, miten kahdeksan viikon harjoittelu vaikuttaa jalkaterän madaltuneeseen mediaaliseen pitkitäiskaareen, joten tutkimuksemme on pitkittäistutkimus.

Tutkimus voi olla kartoittava, selittävä, kuvaileva tai ennustava. Kuvailevan tutkimuksen tarkoituksena on kuvata jonkin ilmiön luonnetta tai yleisyyttä niin, että kohteeseen liittyvät tosiasiat ja tunnuspiirteet kuvataan mahdollisimman todenmukaisesti ja tarkasti. Kuvailevassa tutkimuksessa on keskeistä tiedon lisääminen ja pyrkimys vastata kysymyksiin mitä, millainen tai miten. Kuvailevassa tutkimuksessa kuvailun perustana olevien havaintojen laatu on tärkeää. Niiden luotettavuus ja tarkkuus sekä yleistettävyydet ovat kuvailevan tutkimuksen tärkeitä arviointiperusteita. Keskeistä on tutkittavan ilmiön mahdollisimman yksityiskohtainen jäsentäminen ja selkeiden käsitteiden luominen ilmiön kuvailemiseksi. Yleensä ei pyritä tutkimuksen kohteen täydelliseen kuvaamiseen, vaan sieltä eristetään ilmiö, johon keskitytään. Kuvailevan tutkimuksen metodivalinnat voivat olla monipuoliset ja niitä voidaan käyttää toistensa täydentämiseksi tutkimusongelmasta riippuen. (Hirsjärvi 2009, 138–139.) Tutkimuksemme oli kuvaileva, koska kuvaamme joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkitäiskaaren muutoksia. Seurasimme muutoksia mahdollisimman tarkasti eri menetelmillä. Deduktiivisessa päättelyssä johdetaan yksittäisiä tietoja ja väitteitä yleisten lainalaisuuksien ja perusolettamusten pohjalta (Valli 2001, 105). Tutkimuksemme etenee deduktiivisesti eli yleisestä yksittäiseen, koska seuraamme toteutuvatko suunnitellun harjoitusohjelman avulla (kts. 24-26) lihasvoimaharjoittelun teoreettiset oletukset.

5 TUTKIMUSONGELMAT

Erätuulen, Leinin ja Yli-Luoman (1994, 29) mukaan tutkimusongelma muotoutuu kirjallisuuteen perehtymisen yhteydessä. Heidän mukaan ensin kehitetään tutkimuksen pääongelma, joka voidaan pilkkoa myöhemmin tarkempiin alaongelmiin. Pääongelma on kysymys, johon vastaamalla hahmottuu koko tutkimuksen kokonaisuus. Pääongelmaan saadaan vastaus alaongelmien kautta. Pää- ja alaongelmat muodostavat yhdessä tutkimuksen ongelma-alueen. Tutkimuksen ongelma-alue voi muuttua teorian ja tutkimustiedon pohjalta. Asetettuja ongelmia on hyvä tarkastella kysymysten selvyyden, vastattavuuden ja ryhmityksen kautta, jotta ongelmiin saadaan mahdollisimman moniulotteinen vastaus. (Erätuuli ym. 1994, 29 – 31).

Tutkimusongelmat ovat:

1. Millaisia muutoksia joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren rakenteessa voidaan mitata 8 viikon jalkaterän ja säären alueen lihasvoima- ja venyttelyharjoittelun jälkeen?

1.1 Millaisia muutoksia voidaan mitata henkilön A joustavan jalkaterän madaltuneessa mediaalisessa pitkittäiskaaressa Footscanilla sekä goniometrillä betakulmasta ja sovelletusta feissinlinjasta?

1.2 Millaisia muutoksia voidaan mitata henkilön B joustavan jalkaterän madaltuneessa mediaalisessa pitkittäiskaaressa Footscanilla sekä goniometrillä betakulmasta ja sovelletusta feissinlinjasta?

Löytämämme kirjallisuuden, tutkimusten ja artikkeleiden perusteella joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren harjoittaminen voi vaikuttaa jalkaterän ryhtiin. Tutkimuksesamme seurattiin kahden henkilön joustavan jalkaterän madaltuneessa mediaalisessa pitkittäiskaaressa tapahtuneita muutoksia. Jalkaterän pitkittäisen ja poikittaisen kaarirakenteen osiin vaikuttaville lihaksille laadittiin harjoitusohjelma siitä syystä, että jalkaterän kaarirakenteiden osat vaikuttavat toisiinsa. Esimerkiksi yhden kaarirakenteen osan madaltuminen vaikuttaa madaltavasti myös muihin kaarirakenteen osiin. Harjoittelun tulosten seuraamiseksi valitsimme vain jalkate-

rän mediaalisen pitkittäiskaaren, josta muutokset ovat selkeimmin havaittavissa ja mitattavissa. Mittasimme joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren muutoksia kahdella eri mittarilla ennen yhden jalan seisonnassa tehtävää rasiusta sekä rasiuksen jälkeen, jotta mittasimme samaa ilmiötä mahdollisimman monipuolisesti. Alaongelmien avulla pystyimme selvittämään oliko jalkaterän mediaalisessa pitkittäiskaarella tapahtunut muutoksia harjoittelun seurauksena.

6 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

Aloitimme aiheeseen perehtymisen keväällä 2009 ja valmistava seminaarityö valmistui loppuvuodesta 2009. Valmistava seminaarityö käsitteli jalkaterän ja säären anatomiaa ja biomekaniikkaa sekä jalkaterän asentovirheitä. Sen tavoitteena oli luoda pohjaa viitekehykselle ja syventää asiantuntemustamme jalkaterän ryhti-poikkeamista kirjallisuuskatsauksen avulla.

Saimme Oulun seudun ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön hyvinvointiteknologian koulutusohjelman edustajat yhteistyökumppaniksemme. Käytännössä yhteistyö heidän kanssaan tarkoitti Footscan-laitteiston käyttöoikeutta tutkimuksessamme. Teimme yhteistyötä yksikön laboratorion insinöörien kanssa, jotka perehdyttivät meidät laitteen käyttöön ja ohjasivat tulosten tarkastelussa.

6.1 Tutkimushenkilöt

Tutkimuksessa oli kaksi oululaisten terveydenhuoltoalan ammattilaisten kontaktien avulla saatua tutkimushenkilöä, joilla oli diagnosoitu jalkaterän joustava pes planus virheasento. Tutkimushenkilöillä ei ollut aikaisempaa harjoittelusta jalkaterää vahvistavista harjoitteista. Tutkimukseen osallistuneet henkilöt toivoivat saavansa apua jalkateriensä madaltuneisiin mediaalisiin pitkittäiskaariin konservatiivisilla menetelmillä.

Tutkimushenkilö A oli 26-vuotias hentorakenteinen nainen. Tutkimushenkilö oli kilpaileva kestävyysjuoksija, minkä vuoksi hän juoksi viikoittain 8-12 tuntia. Päivän aikana hän käytti työssään sandaaleita ja lenkkareita, vapaa-ajallaan tennareita ja lenkkareita sekä juoksuharjoittelussa kolmea erilaista juoksukenkää. Tutkimushenkilöllä ei ollut kipuja jalkaterässä.

Tutkimushenkilö B oli 29-vuotias normaalivartaloinen mies. Hän opiskeli päätoimisesti ja oli amatiltaan muusikko. Päivittäin hän käytti pääosin kiertojäykkiä työkenkiä. Tutkimushenkilön jalkaterät kipeytyvät pitkiä aikoja seistäessä tai kävellessään pidempiä matkoja. Tutkimushenkilö harasti kuntosalilla käymistä ja useimmat jalkaliikkeet rasittivat hänen jalkateriään. Hän koki saaneensa apua lihasvoimaharjoitteista jalkaterien kipuihin.

6.2 Aineiston keruu

Tutkimusaineisto kerättiin havainnoinnin, kyselylomakkeen (Liite 1.), alkumittausten, harjoittelu-päiväkirjan ja loppumittausten avulla. Havainnoinnilla tarkoitamme visuaalista havainnointia, jon-ka avulla tehtiin huomioita jalkaterän asennosta. Kyselylomake lähetettiin tutkimushenkilöille osal-listumiskutsun yhteydessä sähköpostilla. Kyselylomakkeen tarkoituksena oli varmistaa tutkimus-henkilön sopivuus tutkimukseen sekä selvittää tutkimushenkilön elintapoja ja -tottumuksia. Tutki-mushenkilöt palauttivat kyselylomakkeet sähköpostitse ennen ensimmäistä tapaamiskertaa. Mit-taukset ja havainnoinnit suoritettiin huhti- ja kesäkuussa 2010 Oulun seudun ammattikorkeakou-lun tekniikan yksikön hyvinvointilaboratoriossa.

Alkumittaukset sisälsivät taustamuuttujien (Liite 2.) ja seurattavien muuttujien (esitetään myö-hemmin työssä s. 36) mittaukset sekä harjoittelupäiväkirjan (Liite 3.) täyttöohjeistuksen ja harjoit-teluohjelman (Liite 4.) suoritusohjeistuksen. Harjoittelupäiväkirjoista tarkistettiin toteutuneet harjoi-tuskerrat. Tutkimushenkilöt merkitsivät harjoittelupäiväkirjaan toteutuneet harjoittelupäivät rastilla ja harjoitteen tuntemukset tasolla 1-3. Taso yksi kuvastaa kevyttä lihasvoimaharjoitusta, jossa lihastuntemus ei eronnut harjoittelun alun ja lopun välillä. Taso kaksi kuvastaa keskiraskasta li-hasvoimaharjoitusta, jossa lihakset rasittuivat harjoittelusta. Taso kolme kuvastaa raskasta lihas-voimaharjoitusta, jossa lihakset olivat erittäin rasittuneet harjoittelun päätyttyä.

Loppumittaukset suoritettiin kahdeksan viikon päästä alkumittauksista, jotka sisälsivät seurattavi-en muuttujien mittaukset. Mittaukset suoritettiin Footscanilla sekä goniometrillä betakulmasta ja sovelletusta feissinlinjasta. Footscanilla mitattavien alku- ja loppumittausten tulokset tallennettiin Footscanin softwarelle ja kahdelle muistitikulle.

6.2.1 Taustamuuttujat

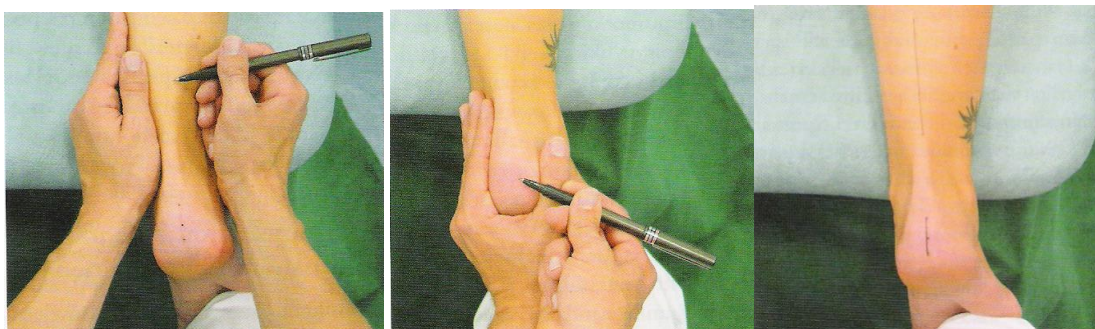
Alkumittauksissa arvioimme tutkimushenkilöiden jalkaterän nivelten liikkuvuutta ja virheasentoja. Jalkaterän nivelten virheasentojen kartoituksen avulla selvitimme suunnittelemiemme harjoittei-den sopivuutta tutkimushenkilöille. Alkumittauksissa tutkittiin tutkimushenkilöiden molempien jal-katerien liikkuvuudet sekä aktiivisesti että passiivisesti. Alla on esitetty alkumittauksessa käytetyt jalkaterän nivelistön liikkuvuutta ja asentoa arvioivat menetelmät. Mittauslomakkeesta näkyy mi-

tattava nivel, nivelen viitearvojen mukainen ja mitattu liikelaajuus, mitattu nivelen kulma ja muut huomiot.

Talocruraalinivelen dorsaali- ja plantaarifleksiot mitattiin goniometrillä tutkimushenkilön ollessa selinmakuulla. Molemmat liikesuunnat mitattiin jalkaterien ollessa tutkimuspöydän reunan ylitse. Dorsaalifleksio mitattiin polvinivelen ollessa ekstensoituneena, jolloin saatiin selvitettyä m. gastrocnemiuksen aiheuttamaa liikerajoitusta. Polvinivelen ollessa fleksoituneena saatiin selvitettyä m. soleuksen kireyden aiheuttamaa liikerajoitusta. Polvinivelen fleksioasento tuettiin psoastyynyillä, jolloin tynny tuki alaraajaa pohkeesta. Talocruraalinivelen nolla-asennossa fibula ja viides metatarsaliluu olivat 90° kulmassa. Kulma haettiin goniometrillä, minkä jälkeen suoritettiin dorsifleksio ja saatu asteluku kirjattiin ylös. Plantaarifleksion mittaaminen suoritettiin tutkimushenkilön ollessa selinmakuulla polvi suorana. (Virrantaus & Saarikoski 2004, 228–230.) Talocruraalinivelen dorsaali- ja plantaarifleksiot mitattiin, koska m. triceps surae ja mm. extensor hallucis & digitorum longusten (Kuvio 6.) kireydet vaikuttavat jalkaterän mediaaliseen pitkittäiskaareen mahdollisesti.

Art. talocalcaneonaviculariksen eversion ja inversion mittauksessa tutkimushenkilöt olivat päinmakuulla ja jalkaterät olivat tutkimuspöydän päädyn yli. Koska alaraajat pyrkivät tässä asennossa kiertymään ulkokiertoon, laitettiin toisen alaraajan jalkaterä lepäämään suoran alaraajan polvitaiteen päälle kiertymisen estämiseksi. Art. talocalcaneonavicularis asetettiin nolla-asentoon palpaimalla nilkan etupuolelta taluksen lateraalinen ja mediaalinen etukärki. Calcaneusta liikutettiin inversion ja eversion, minkä perusteella määritimme art. talocalcaneonaviculariksen keskiasennon. Calcaneuksen puolitussuoraa (Kuvio 5.) merkitessään mittaaja tuki polvellaan art. talocalcaneonaviculariksen nolla-asentoa jalkaterän päkiästä. Calcaneuksesta otettiin etusormipeukalo-ote medio-lateraalisesti ja merkittiin siihen kolmella pisteellä pituussuunnassa keskikohdat. Puolitussuora merkittiin myös säären dorsaalipinnan alakolmannekseen samalla periaatteella kuin calcaneuksen puolitussuora. Pisteet yhdistettiin suoralla viivalla sekä calcaneuksessa että sääressä. Puolitussuorat helpottivat mittaamista ja havainnointia. Art. talocalcaneonaviculariksen liikelaajuus mitattiin goniometrillä. Tutkimushenkilön alaraaja fiksoitiin hoitopöytään fiksaatioremeillä. Puolitussuorat asetettiin samaan linjaan. Talocruraalinivel annettiin olla lepoasennossa, koska dorsifleksiossa calcaneuksen eversion voi rajoittua akillesjänteen kiristyessä. Talocalcaneonaviculariksen eversion ja inversion mittauksessa mittaaja tarttui toisella kädellä medio-

lateraalisesti calcaneuksesta. Mittaaja asetti goniometrin akselikohdan calcaneuksen ja säären puolitussuorien taitekohtaan. (Virrantaus & Saarikoski 2004, 226–228.)



KUVIO 5. Kuva puolitussuorien piirtämisestä (Virrantaus & Saarikoski 2004, 226).

Mittaaja arvioi palpaation ja mobilisaation avulla kaikkien **metatarsaaliluiden liikkuvuutta** asteikolla 1-3. Asteikoissa numero 1 kuvaa jäykkää, numero 2 kuvaa liikkuvaa ja numero 3 kuvaa löysää metatarsaaliluiden väliä. Mitattava makasi selinmakuulla tutkimuspöydällä. Mittaaja otti molemmilla käsillä peukalo-etusormiteella vierekkäisten metatarsaaliluiden distaalipäistä kiinni. Metatarsaaliluita liu'utettiin toistensa suhteen plantaari- ja dorsaalisuunnassa. Tällä kehittämällemme metodilla halusimme kartoittaa jalkaterän joustavuutta. Metatarsaaliluiden liikkuvuutta arvioitiin, koska kireiden lihasten harjoittaminen ei ole yhtä tehokasta kuin elastisten lihasten.

Varpaiden 2-5 metatarsophalangeaalinelven fleksio ja ekstensio mitattiin goniometrin avulla. Mitattava makasi selinmakuulla tutkimuspöydällä. Mitattavan jalkaterän talocruraalinivel oli 90° kulmassa ja art. talocalcaneonavicularis oli nolla-asennossa. Mittaaja piti toisella kädellä lumbricalesotteella, joka tarkoittaa että peukalo on jalkaterän plantaaripuolella ja muut sormet dorsaali- puolella, jalkaterästä lateraalisesti. Goniometri asetettiin tarttuvan käden ja jalkaterän väliin. Goniometrin liikeakseli asetettiin metatarsophalangeaalinelven akselin kohdalle. Mittaaja painoi varpaita ja goniometriä yhtäaikaaisesti ensin fleksioon ja sitten ekstensioon. **Isovarpaan metatarsophalangeaalinelven** liikkuvuus mitattiin samalla periaatteella, mutta goniometri asetettiin nivel- len mediaalipuolelle. (Virrantaus & Saarikoski 2004, 230.)

Ensimmäisen metatarsophalangealin tyvinivelen horisontaalitalon kulmamittauksella selvitimme mahdollista **hallux valgus** virheasentoa. Hallux valgus voi aiheuttaa isovarpaaseen vaikuttavien lihasten epänormaalien toiminnan ja vähentää harjoitteiden tehokkuutta. Valguskulman suuruus

mitattiin asettamalla goniometrin akselikohta ensimmäisen varpaan metatarsophalangeaalini-
ven päälle. Goniometrin toinen siiveke kulki ensimmäisen metatarsaalin päällä ja toinen siiveke
näytti asteluvun. (Joensuu & Liukkonen 2004, 569.) Mitattava oli selinmakuulla tutkimuspöydällä
ja jalkaterä oli talocruraalinivelestä 90° kulmassa ja art. talocalcaneonavicularis oli nolla-
asennossa.

Alkumittauksissa otimme huomioon myös varpaiden **vasara-, nuija- ja koukkuasennot** inspekti-
on yhteydessä. Mitattava oli selinmakuulla tutkimuspöydällä tukialustalla ja mittaaja havainnoi
mahdollisia virheasentoja. Löydös kirjattiin havaintoon perustuen kriteerillä on tai ei ole.

Jack-testillä mitattiin **wind lass-mekanismia**. Ahosen (2002, 265.) mukaan jalkaterässä tapahtuu
niin sanottu wind lass-ilmio isovarpaan dorsifleksiossa, koska aponeurosis plantaroksen kiristymi-
nen nostaa kaarirakenteita. Mitattava seiso normaalisti paino molemmilla jaloilla ja katsoi eteen-
päin. Mittaaja suoritti isovarpaan metatarsophalangeaalini-
ven ekstension, jolloin sisäkaari nou-
see joustavassa pes planuksessa. Calcaneus kiertyy inversioon, tibia kiertyy ulkokierto-
on ja pa-
tella osoittaa suoraan eteenpäin. (Salonen & Liukkonen 2004, 525.)

6.2.2 Seurattavat muuttujat

Seurattavien muuttujien mittausten tarkoituksena oli selvittää jalkaterän asento ennen ja jälkeen
harjoittelujaksoa. Tutkimukseen valittiin sellaiset mittausten menetelmät, joiden avulla saatiin tarkkoja
ja valideja mittaustuloksia sekä sellaisia, joita on helppo käyttää jokapäiväisessä fysioterapiatyö-
ssä. Valituista mittareista ei kerrottu mitattaville mitään, jotta heillä ei ollut mahdollisuutta vaikuttaa
tietoisesti tutkimustuloksiin mittausten aikana. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin samalla tavalla
molemmilla mittauskerroilla.

Kaikki seurattavien muuttujien mittaukset suoritettiin siten, että tutkittavat seisoivat yhden jalan
seisonnassa. Yhden jalan seisonnassa tukijalan mediaalinen pitkittäiskaari kuormittuu kehon pai-
nosta, jolloin lihastyön merkitys korostuu. Yhden jalan seisoma-asento valittiin tutkimukseen
myös mittausteknisistä syistä, kuten esimerkiksi sovelletun feissilinjan kuvaamisen mahdollis-
tamiseksi. Ohjeet olivat samat kaikissa seurattavien muuttujien mittauksissa. Mittausten aikana
mitattavia pyydettiin suorittamaan päässä laskuja ääneen. Päässä laskujen tarkoituksena oli ohjata

mitattavan huomio pois tukijalan jalkaterän tietoisesta asennon kontrolloinnista. Mitattaville annettu ohje:

”Nosta oikea/vasen päkiä lattiassa olevan merkin yläpuolelle. Ojenna tukijalan polvi ja lonkka sekä selkä. Ota hipaisutuki edessä olevasta tuesta ja nosta katse kiintopisteeseen. Ala laskea äänen sadasta alaspäin vähentäen kolme edellisestä luvusta.”

Feissinlinjat ja betakulmat valokuvattiin molemmista jalkateristä. Valokuvaamisen tarkoituksena oli tallentaa jalkaterän asento suunnitellulla mittaushetkellä, joista mitattiin sovelletun feissinlinjan kulma ja betakulma. Kuvaus suoritettiin uudestaan, jos mitattava korjasi jalkaterän asentoa kuvaushetkellä tai liikkui muutoin epätarkoituksenmukaisesti.

Mittaukset suoritettiin Oulun seudun ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön hyvinvointilaboratorion tiloissa. Mitattavat olivat pukeutuneet t-paitaan ja sortseihin eikä heillä ollut mittauksissa jalkineita eikä sukia. Mittaukset ja arvioinnit tehtiin yhdelle henkilölle kerrallaan. Mitattavat tutkittiin iltapäivällä mittauslaboratorion saatavuuden sekä mitattavien henkilökohtaisten menojen vuoksi. Molemmille mitattaville vakioitiin sama mittausajankohta, jotta jalkaterien kuormittuminen päivän aikana olisi ajallisesti yhtä pitkä. Näin mittaustulokset olivat luotettavampia ja myöhemmin verrattavissa olevia.

Footscan (Kuvio 6.) on painemittaukseen tarkoitettu analysointimittari. Sitä voidaan käyttää jalkaterän staattisen ja dynaamisen kuormittumisen mittaamisessa. Footscanin painemittauksia voidaan suorittaa sekä voimalevyjen että pohjallisten avulla. Footscan-mittarin tuloksia tarkastellaan laitteelle tarkoitettun ohjelmiston avulla. Mittaustulokset tallentuvat ohjelmistoon, joten niiden tarkastelu ja analysointi on mahdollista jälkikäteenkin ja siten ohjelmisto mahdollistaa alku- ja loppumittausten vertailun. (Products/Footscan 2010.) Pohjallisten käyttöä voidaan hyödyntää staattisten seisoma-asentojen mittauksiin, minkä vuoksi valitsimme pohjallisten käytön.



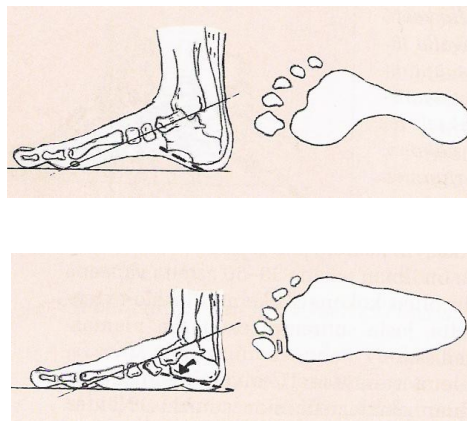
KUVIO 6. Footscanlaitteisto sisältää pohjallisen, joka mittaa paineenvaihteluita jalkapohjassa sekä tiedonkeruuyksikön.

Mitattavat olivat Footscan-mittauksessa kolmen metrin päässä seinästä. Seinässä oli kiintopiste, jonka tarkoituksena oli helpottaa mitattavan tasapainon ylläpitämistä sekä ohjata kehon painopistettä oikeaan suuntaan yhden jalan seisonnassa. Mitattavat saivat ottaa hipaisutuen edessä olevasta psoastyynystä. Mitattava astui paljain jaloin kartongille lantion levyiseen haara-asentoon. Kartonkiin merkittiin molempien jalkaterien toisen varpaan distaalipään ja calcaneuksen proksimaalinen keskikohta pisteellä. Näin merkittiin mitattavan luonnollinen seisoma-asento, minkä mukaisesti pohjalliset asetettiin. Mitattava astui pohjallisen päälle yhden jalan seisoma-asentoon. Tukijalan jalkaterä asetettiin siten, että linja kulki edelleen toisen phalangean ja calcaneuksen välillä samassa kohdassa kuin alussa. Jalkaterien piti mahtua pohjallisissa olevien antureiden päälle, jotta kaikki painealueet tunnistettiin. Jokaisella mitattavalla oli calcaneus samassa kohdassa, joka määritettiin suorakulman avulla pohjallisen takareunaan. Kun jalkaterät olivat asetettu pohjallisen päälle oikeaan asentoon, piirrettiin sekä pohjallisen kuvio kartonkiin että jalkaterän kuvio pohjalliseen. Kuviot piirrettiin, jotta alaraajojen asennot ja sijainnit olivat samat alku- ja loppumittauksissa. Mitattaville luotiin yksilöllinen tiedosto Footscan-ohjelmaan, joten mittaustulokset löytyivät aina tarvittaessa ohjelmistosta. Kaikki tiedostot hävitettiin ohjelmistosta tutkimuksen päätyttyä.

Testi alkoi siitä, kun mitattava seisojalla, katsoi suoraan eteenpäin seinässä olevaan kiintopisteeseen ja alkoi laskea ääneen sadasta alaspäin. Mittaus alkoi 10 sekunnin kuluttua siitä kun mitattava oli aloittanut laskemisen, minkä jälkeen laite tallensi 8 sekunnin ajan kaikki jalkapohjassa tapahtuvat painemuutokset. Mittauksen jälkeen määritimme Footscan ohjelmistolla jalkaterän keskikolmanneksen keskiarvoistetun painopisteen. Mitä enemmän joustavan jalkaterän madaltunut mediaalinen pitkittäiskaari kohoaa, sitä enemmän keskikolmanneksen painopiste siir-

tyy lateraalisesti. Alku- ja loppumittauksissa mittasimme jalkaterän keskikolmanneksen painopisteen siirtymän sekä ennen rasitusta että rasituksen jälkeen. Rasitus suoritettiin, jotta joustavan jalkaterän madaltunutta mediaalista pitkittäiskaarta tukevat lihakset väsyisivät. Jalkaterän kaarirakenteita tukevien lihasten rasituksessa mitattava seisojalla tasapainolaudan päällä kahden minuutin ajan. Oletimme, että lihasten väsyminen madaltaa mitattavien jalkaterän mediaalista pitkittäiskaarta. Tällöin voitaisiin saada selkeämpiä mittauseroavaisuuksia esille.

Tarkasteltaessa jalkaterää **feissinlinjalla** (Kuvio 7.) piirretään linja mediaalimalleolin alareunan sekä ensimmäisen metatarsophalangeaalinelven ja alustan kontaktipisteen väliin. Normaalikaarisessa jalkaterässä linja kulkee os navicularen lävitse, kun taas pes planus tyyppin jalkaterässä os naviculare jää linjan alle. (Konin & Brader 2006, 331–332.) Navicularen, mediaalimalleolin ja ensimmäisen metatarsophalangeaalinelven distaalisen nivelmerkitsemiseksi mitattava oli selin tutkimuspöydällä. Jalkaterä oli talocruraali- ja talocalcaneonavicularisnivelestä merkitsemisen ajan nolla-asennossa. Mittaaja merkitsi navicularen proksimaalisen ja distaalisen nivelpinnan rajan sekä inferiorisen kohdan. Mittaaja palpoo mediaalisen malleolin alareunan ja ensimmäisen metatarsaliluun distaalipäässä olevan ihon ja tukipinnan ja merkitsi näihin kohtiin viivan. Jalkaterän mediaalireunasta otettiin kymmenen sekunnin kuluttua kuva lattiatasolta 30 senttimetrin päästä. Kuvat otettiin molemmista jalkateristä. Tutkimuksessamme mittasimme mediaalisen malleolin ja ensimmäisen metatarsaaliluun distaalipään välisen linjan sekä tukipinnan välistä kulmaa, jotta saimme konkreettisia lukuja jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren muutoksista. Nimitämme tutkimuksessamme tätä mittausmenetelmää sovelletuksi feissinlinjaksi. Mitä pienempi kulma on sitä matalampi jalkaterän mediaalinen pitkittäiskaari on.



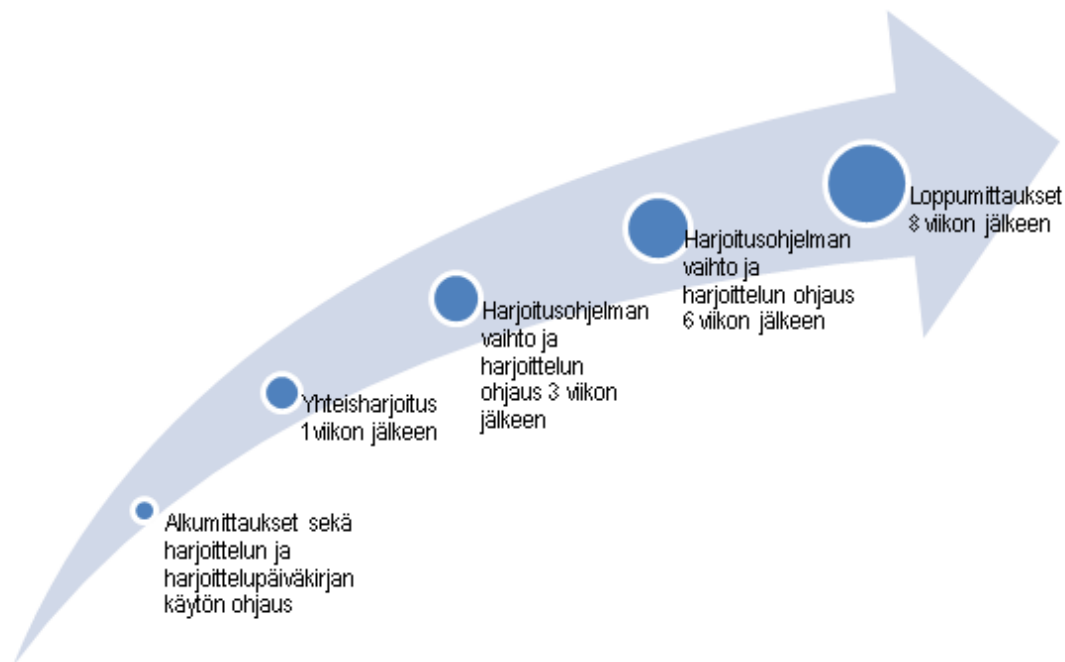
KUVIO 7. Vasemmalla Feissinlinja ja oikealla jalkaterän pedografinen kuva. Yläkuvassa on normaalikaarinen ja alakuvassa pes planus tyyppinen jalkaterä. (Ahonen 2002, 230.)

Betakulmalla tarkoitetaan calcaneuksen eversio-inversio-suuntaista asentoa kuormituksen aikana. Kulma määritetään calcaneuksen ja tibian puolitus-suoran avulla. Kun calcaneus kääntyy nol-la-asennosta eversioon, betakulma suurenee ja inversioon kulma pienenee. Virrantauksen ja Saarikosken (2004, 227) mukaan viitearvojen mukainen betakulma on nollasta neljään astetta inversiota. Jonsonin & Grossin (1997, 253–263) mukaan kantaluun kulman mittaaminen betakul-malla on luotettava. Mitattava seisoi luonnollisessa asennossa ja siirtyi yhden jalan seisoma-asentoon, ottaen hipaisutuen edessään olevasta psoastyynystä, joka oli tutkimuspöydän päällä. Mittaaja otti kuvan yhdestä alaraajasta kerrallaan. Kamera oli yhden metrin päässä samassa lin-jassa kuvattavan alaraajan kanssa. Molemmat alaraajat kuvattiin samalla tavalla. Mittasimme kuvasta näkyvien calcaneuksen ja tibian puolitus-suorien kautta betakulman.

6.3 Harjoitteluinterventio

Tutkimukseen osallistuvat henkilöt kutsuttiin informaatio- ja alkumittaustilaisuuteen huhtikuussa 2010. Tutkimuksen kahdeksan viikkoa kestävä interventio (Kuvio 8.) alkoi alkumittauspäivästä. Tutkimukseen valittiin 8 viikon mittainen harjoitteluinterventio, jotta joustavan jalkaterän madaltu-nutta mediaalista pitkittäiskaarta tukevat lihakset ehtivät harjaantua riittävästi tulosten havaitsemi-seksi.

Ensimmäisellä tapaamiskerralla tehtiin alkumittaukset, ohjattiin harjoitusohjelma 1 (Liite 4.) har-joitteet ja neuvottiin harjoittelupäiväkirjan käyttö. Toisella tapaamiskerralla harjoiteltiin uudelleen harjoitusohjelman 1. suoritustekniikat ja kerrottiin säären ja jalkaterän alueen anatomiasta sekä biomekaniikasta. Kolmannella tapaamiskerralla vaihdettiin harjoitusohjelmaan 2. (Liite 4.) sekä ohjattiin oikeat suoritustekniikat. Neljännellä tapaamiskerralla vaihdettiin harjoitusohjelmaan 3. (Liite 4.) sekä ohjattiin oikeat suoritustekniikat. Viimeisellä kerralla suoritettiin loppumittaukset. Osallistujia motivoitiin harjoitusohjelmasta odotettavien hyötyjen ja tavoitteiden avulla harjoittele-maan säännöllisesti.



KUVIO 8. Harjoitteluintervention kulku.

Harjoitteluinterventio koostui kahdesta kolmen viikon kestovoimaharjoittelusta ja yhdestä kahden viikon perusmaksimivoimaharjoittelujaksosta. Jokaisen harjoittelujakson harjoitusliikkeet ohjattiin yhteisillä tapaamiskerroilla, joissa uusi harjoitteluohjelma tehtiin kokonaisuudessaan. Mitattavat harjoittelivat joka toinen päivä samanlaisten harjoitusliikkeiden mukaisesti. Jokaisessa harjoittelujaksossa oli viisi harjoitusliikettä ja kolme venytysliikettä. Venytysliikkeet olivat samat jokaisessa harjoitus-jaksossa, eikä niiden suoritustekniikoihin tullut muutoksia. Harjoitusliikkeiden toistomääriä vähennettiin ja harjoitusvastusta kasvatettiin jokaisessa harjoitusjaksossa. Harjoitusliikkeet pidettiin samanlaisina, jotta saatiin tutkimustietoa näiden harjoitusliikkeiden vaikutuksista joustavan jalka-terän madaltuneeseen mediaaliseen pitkittäiskaareen. Interventio alkoi kestovoimaharjoittelulla, jossa mitattavat tekivät kaksi kertaa 50 toiston sarjaa kutakin liikettä. Toinen kestovoimaharjoittelujakso (Liite 4.) sisälsi kolme kertaa 20 toiston sarjaa ja perusmaksimivoimaharjoittelujakso sisälsi kolme kertaa 12 toiston sarjaa. Kussakin harjoittelujaksossa liikkeiden suoritustaso muutettiin haasteellisemmaksi. Jokaisen harjoitusarjan jälkeen oli yhden minuutin mittainen tauko palautumiseen.

Intervention alussa tehtävien kestovoimatyyppisissä harjoitteissa painotimme liikkeen dynaamisuutta, jossa konsentrisen ja eksentrisen lihastyö seurasivat toisiaan. Intervention edetessä ja kuorman kasvaessa ohjasimme yhä enemmän myös isometristyyppiseen harjoitteluun. Harjoitte-

luohjelmassa hyödynnettiin eri lihastyöskentelytapoja, jotta lihasvoiman kehittymiselle olisi parhaat mahdolliset lähtökohdat.

Harjoitusohjelmassa (Taulukko 2.) otettiin huomioon jalkaterän stabiliteetin, liikkuvuuden ja proprioseptiikan harjoittamisen periaatteet. Nämä periaatteet tukevat toisiaan suunnitellussa harjoitusohjelmassa ja mahdollistivat hyvät lähtökohdat jalkaterän kaarirakenteiden kohoamiselle. Laaditut harjoitteet sopivat joustavan jalkaterän madaltuneille kaarirakenteille. Harjoitusohjelmassa oli kaarirakenteita kohottavien lihasten lihasvoimaharjoitteita ja kaarirakenteita madaltavien lihasten venytysharjoitteita. Lihasvoimaharjoitteissa mitattavat huomioivat jalkaterän kaarien asennon, mitä kautta jalkaterän asennon hallinta mahdollisesti kehittyi. Jalkaterän kaarirakenteiden kohoamisen mahdollistamiseksi ja ylläpitämiseksi harjoittelun tulee olla säännöllistä ja jatkuvaa. Harjoitusintervention progressiosta huolehdittiin vaihtamalla harjoitusohjelmaa kolmen viikon välein. Tällöin sarjamäärää lisättiin yhdellä ja toistojen määriä vähennettiin jokaisessa sarjassa. Vastusta lisättiin progressiivisesti alkuasennon muutoksilla tai vastuskuminauhaa kiristämällä. Harjoitteita tehdessään mitattavat keskittyvät jalkaterän asentoon ja siten oppivat hallitsemaan nilkan ja kaarirakenteiden asentoa.

TAULUKKO 2. Harjoitteet joustavan jalkaterän madaltuneille kaarirakenteille. Taulukossa on esitetty harjoite, nivelten liikesuunta sekä pääsuorittajalihakset tummennettuina (Moore & Dalley 2006, 638, 660; Mylläri 2003, 163–168; Hervonen 2001, 259–261).

Harjoite/venytys	Liikesuunta	Lihakset
Varpaiden haritus	Varpaiden 1-5 abductio	m. abductor hallucis, m. abductor digiti minimi, m. interossei dorsales pedis, m. flexor digiti minimi brevis
Poikittaisten kaarirakenteiden kohotus	Varpaiden 1-5 adductio	m. adductor hallucis ja mm. interossei plantares pedis
Jalkaterän plantaarifleksio ja inversion	Talocruraalinivelen plantaarifleksio sekä subtalaarinivelen adductio ja inversio	m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus, m. plantaris, m. soleus, m. gastrocnemius
Jalkaterän plantaarifleksio ja eversio	Talocruraalinivelen plantaarifleksio sekä subtalaarinivelen abductio ja eversio	m. peroneus longus & m. peroneus brevis, m. flexor hallucis longus, m. plantaris, m. soleus, m. gastrocnemius
Varpaiden fleksio	Varpaiden 1-5 nivelten (DIP, PIP, MP) fleksio.	m. flexor digitorum longus ja brevis, m. flexor digiti minimi brevis, m. flexor hallucis longus ja brevis, mm. interossei dorsales ja plantares pedis, mm. lumbricales, m. quadrates plantae, m. abductor hallucis, m. abductor digiti minimi
M. gastrocnemiuksen venytys	Talocruraalinivelen dorsifleksio ja polvi ekstensiossa	m. gastrocnemius
M. soleuksen venytys	Talocruraalinivelen dorsifleksio ja polvi fleksiossa	m. soleus
Varpaiden ekstensoreiden venytys	Talocruraalinivelen plantarifleksio ja varpaiden 1-5 (DIP, PIP, MP) fleksio	m. extensor digitorum longus ja brevis, m. extensor hallucis longus ja brevis

Liikkuvuusharjoitteiden osalta valitsimme lihasvenyttelyharjoitteet. Venyttelyn tavoitteena oli jalkaterän kaarirakenteita madaltavien lihasten venyvyyden parantaminen ja jännitysten vähentäminen. Kaarirakenteita ylläpitävien lihasten kuormittuminen vähentyy, silloin kun madaltumista aiheuttavat lihakset (kts s.21) eivät ole jatkuvassa jännitystilassa. Harjoitusohjelmassa venytykset

kohdistuivat m. gastrocnemiukseen ja m. soleukseen, koska näiden lihasten jännittyneisyys pyrkii laskemaan jalkaterän kaarirakenteita. Venytykset kohdistuivat myös mm. extensores digitorum longukseen ja brevikseen sekä hallucis longukseen ja brevikseen, jotka aiheuttavat jalkaterän kaarirakenteisiin madaltavia voimia. Lisäksi valitut venytysharjoitteet olivat helppoa toteuttaa itsestä.

McNairin ym. (2001) tutkimuksen mukaan pidempikestoiset venytykset (1x60 sekuntia) olivat tehokkaampia kuin useammat lyhytkestoiset venytykset (4x15 sekuntia) talocruraalinivelen dorsifleksioliikkuvuuden lisäämisessä. Interventiossamme mitattavat tekivät kaksi kertaa 60 sekunnin venytystä joka toinen päivä.

6.4 Aineiston analysointi

Tutkijoiden tutkimusprosessin alussa tehdyistä valinnoista riippuu osittain se, miten aineistoa käsitellään ja tulkitaan. Tutkimusongelmat ohjaavat menetelmien ja analyysien valintaan. Tutkimuksessa kerätyn aineiston analysoinnin tulkinta ja johtopäätösten teko on keskeistä tutkimuksen teossa. Se on eräs tärkeimmistä tutkimuksen vaiheista, johon tutkimuksen alussa tähdätään. Analysoinnin kautta saadaan vastaukset asetettuihin ongelmiin. (Hirsjärvi 2009, 221.)

Mitattavien taustamuuttujien mittaustuloksia verrattiin viitearvoihin. Vertailun perusteella päätettiin, olivatko mitattavien taustamuuttujat viitearvoista poikkeavia. Mittaustulosten perusteella varmistettiin, että mitattavilla ei esimerkiksi ollut sellaisia varpaiden virheasentoja, jotka olisivat vaikuttaneet harjoitusohjelman harjoitteiden funktioihin. Seurattavien muuttujien osalta mitattiin sovelletun feissinlinjan ja betakulman tulokset valokuvista asteina. Valokuvat tulostettiin A4 kokoisiksi, joista molemmat mittaajat suorittivat kulmamittaukset itsenäisesti. Molempien mittaajien tuloksia verrattiin keskenään ja niistä laskettiin keskiarvot. Footscanilla mitattiin jalkaterän keskikolmanneksen painopisteen siirtymää medio-lateralisuunnassa. Mittausajaksi määritettiin 8 sekuntia, jonka ajalta saatiin painopisteen keskiarvo. Mittayksiköksi määritettiin kuinka monta senttimetriä painopiste siirtyi.

Kvantitatiivinen aineisto käsiteltiin tapauskohtaisesti ja yksilöllisesti. Kummastakin mitattavasta tehtiin taulukko (Taulukot 4. ja 6. s. 54 ja 61), jossa vaaka-akselilla on muuttujat ja pystyakselilla seurattavien muuttujien alku- ja loppumittausten arvot. Alku- ja loppumittaustuloksia verrattiin mit-

taushenkilöittäin. Harjoittelupäiväkirjojen merkinnöistä tehtiin taulukko (Taulukot 3. ja 5. s. 48 ja 55) kummankin mitattavan osalta. Taulukoista voi lukea toteutuneiden harjoituskertojen määrät ja prosentuaaliset osuudet suunnitelluista harjoituskerroista. Taulukoissa on eritelty harjoituskerrat rasitusluokkien mukaan. Harjoittelupäiväkirjojen tarkoituksena oli kerätä tietoa toteutuneista harjoituskerroista ja niiden rasittavuudesta.

6.5 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Kaikelle tutkimiselle on olemassa tietyt kriteerit sen laadun takaamiseksi. Tutkittavasta ilmiöstä on tarkoitus saada mahdollisimman luotettavaa ja todenmukaista tietoa. Validius eli pätevyys tarkoittaa mittarin tai tutkimusmenetelmän kykyä mitata juuri sitä, mitä on tarkoituskin mitata. Reliabiliteetilla eli pysyvyydellä pyritään siihen, että mittausta toistettaessa ja mittaria käytettäessä eri mittauskerroilla saadaan samat tulokset, jotka eivät ole sattumanvaraisia. Tutkimuksessa on otettava huomioon myös muutosherkkyys, vertailtavuus ja turvallisuus. (Kananen b 2008, 79.) Tutkimuksessamme luotettavuus oli erityisesti otettava huomioon alku- ja loppumittauksissa sekä mittareiden valinnassa. Tutkimushenkilöltä saatavien alku- ja loppumittausten tulosten vertailukelpoisuuden varmistamiseksi suoritettiin mittaukset sekä tutkimusympäristö järjestettiin samalla tavalla. Mittausten samankaltaistamiseksi mittaustilanteissa käytettiin samoja mittareita, välineitä ja laitteita sekä samaa mittausajankohtaa että mittausympäristöä. Mittausympäristö suunniteltiin A4-paperille ja merkinnät tehtiin lattiaan teippien avulla. Merkintöjen avulla vakioitiin suoritettavat mittaukset, jalkaterän rasitukset ja kuvien ottopaikat. Valokuvat tulostettiin A4-paperille ja niistä mitattiin betakulman ja sovelletun feissinlinjan kulman suuruudet koulusta saadun opetuksen mukaisesti goniometrillä. Mittauksissa suoritettavat tehtävät jaettiin molempien mittaajien kesken ja samat jaetut toimenpiteet suoritettiin sekä alku- että loppumittauksissa. Tehtävät jaettiin, koska mittausten suorittaminen yksin ei olisi ollut käytännössä mahdollista. Mitattavien jalkateriin tehtiin alkumittauksissa merkinnät, jonka jälkeen mitattavien oli tarkoitus vahvistaa merkittyjä linjoja tussilla tehtävien pisteiden avulla. Pisteet merkittiin linjojen alku- ja loppupäihin sekä puoleenväliin. Mitattavat pitivät tekemistään harjoituksista harjoittelupäiväkirjaa, josta näimme toteutuneet harjoituskerrat. Mitattavien kanssa keskusteltiin mahdollisten harjoituskertojen poisjäämisestä, jotta he uskaltaisivat täyttää harjoittelupäiväkirjaa mahdollisimman totuudenmukaisesti.

Tutkimustyössä tulee huomioida eettisyyttä muun muassa noudattamalla tiedeyhteisössä tunnustettuja toimintatapoja sekä tieteellistä käytäntöä. Tiedeyhteisössä arvostetaan rehellisyyttä, huo-

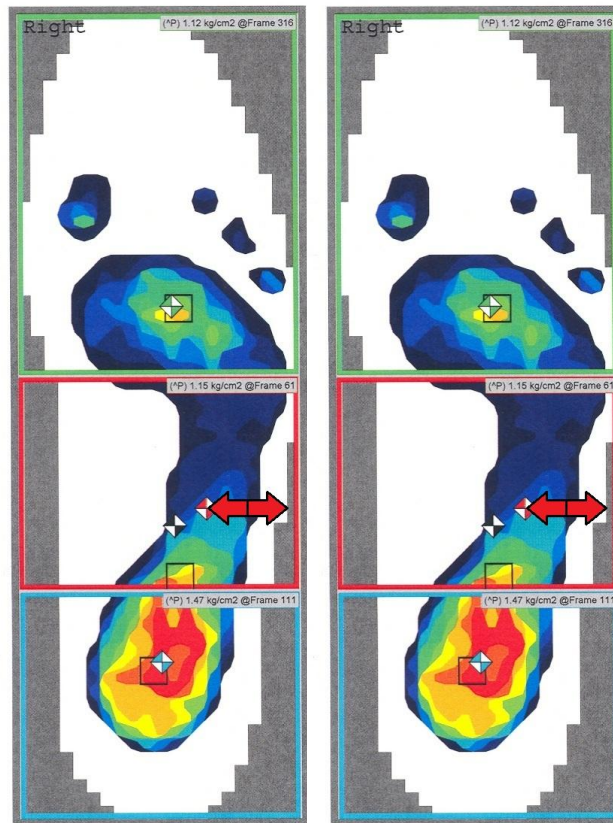
lellisuutta ja tarkkuutta kaikissa tutkimuksen vaiheissa. Myös tutkimustuloksia tulee tarkastella kriittisesti ja raportoinnin on oltava huolellista eikä sitä saa muokata siten, että tulos vääristyisi. Tutkimukseen liittyvien aineistojen säilyttämistä koskevat asiat tulee määritellä ja kirjata asian mukaisesti tutkimuksessa. Julkaisuissa on aina mainittava kaikkien tekijöiden nimet. Tutkimukseen osallistuvilla on ilmoitettava kaikki tutkimuksen kannalta merkittävät asiat. Lähtökohtana tutkimukselle on ihmisarvon ja itsemääräämisoikeuden kunnioittaminen. Tutkimuksen tekeminen plagioimalla on kiellettyä eli muiden lähteiden käyttäminen ilman asianmukaisia lähdeviittauksia on kielletty. (Hirsjärvi 2009, 23–27.)

Tutkimusta tehdessä otimme huomioon eettiset periaatteet ja toimimme niiden mukaisesti. Jokaiselta tutkimukseen osallistuneelta pyydettiin kirjallinen suostumus (liite 5.). Mitattavilla oli vapaa tahto osallistua tutkimukseen ja mahdollisuus keskeyttää interventio milloin tahansa. Tutkimuksen päätyttyä hävitimme kaikki mitattavia koskevat tiedot hyvän tietoturvakäytännön periaatteiden mukaisesti.

7 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tulosten analysoinnin jälkeen tulokset tulee selittää ja tulkita lukijalle (Hirsjärvi 2007, 224). Kvantitatiivinen aineisto esitetään taulukoiden avulla. Taulukoissa ovat alku- ja loppumittausten tulokset. Aineistossa käsitellään molemmat mitattavat erikseen. Kvalitatiivisen aineiston avulla selvitettiin mitattavien taustoja ja soveltuvuutta tutkimukseen.

Footscanilla mitattiin jalkaterän keskikolmanneksen painopisteen muutoksia mediolateraaliossa suunnassa. Joustavan jalkaterän madaltuneessa mediaalisessa pitkittäiskaaressa suurin liikkuvuus on jalkaterän keskikolmanneksessa, minkä vuoksi valitsimme sen tarkastelun kohteeksi. Sivulla 47 esitetään footscankuvien (Kuvio 9.) mallikuvat. Kuvissa painopiste näkyy punavalkoisena neliönä. Joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohoaminen näkyy kuvissa painopisteen siirtymisenä lateraalisuuntaan ja madaltuminen näkyy painopisteen siirtymisenä mediaalisuuntaan. Alku- ja loppumittauksista saadut Footscankuvat esitetään rinnakkain, jotta saman jalkaterän keskikolmanneksen painopisteen sijaintien muutokset olisivat nähtävissä. Betakulmalla mitattiin kulmamuuksia calcaneuksen inversio- ja eversiosuunnassa tibian suhteen. Sovelletulla feissinlinjalla mitattiin mediaalisen malleolin ja ensimmäisen metatarsaaliin distaalipään välisen linjan kulmamuuksista suhteessa tukipintaan. Taulukoissa (Taulukot 4. ja 6.) esitetään mitattavien joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren muutokset numeerisesti, jotka on saatu Footscanilla, betakulmasta ja sovelletusta feissinlinjasta.



KUVIO 9. Footscankuvien lukutulkki. Kuvista seurattiin jalkaterän keskikolmanneksen painopisteen siirtymää medio-lateraalisuunnassa (puna-valkoinen neliö). Puna-valkoisen neliön keskikohdasta otettiin mitta kuvion lateraalireunaan (valkoinen reuna). Vasemman puoleinen kuva on otettu intervention alussa ja oikean puoleinen kuva intervention lopussa. Kuvion alla on erikseen mainittu onko mittaus tehty ennen rasiutusta vai rasiuksen jälkeen.

7.1 Muutokset henkilön A joustavan jalkaterän madaltuneessa mediaalisessa pitkittäiskaassa

Alla on esitetty henkilön A harjoituskerrat (Taulukko 3.) taulukossa. Päiväkirjamerkintöjen mukaan harjoitteita oli tehty keskiraskaalla ja raskaalla tasolla. Kahdeksan viikon harjoitusohjelmaan kuului 28 harjoituskertaa, joista toteutui 16 kertaa. Kaksi ensimmäistä viikkoa sekä neljäs viikko harjoitteluinterventiosta toteutuivat suunnitelmien mukaisesti. Kolmannella viikolla harjoittelu toteutui yhtenä päivänä jalkaterän kipujen vuoksi. Viikoilla 5-8 henkilö harjoitteli epäsäännöllisesti. Footscanilla saadut tulokset on esitetty kuvina sekä numeerisina tuloksina yhdessä sovelletusta feissinlinjasta ja betakulmasta saatujen numeeristen tulosten (Taulukko 4.) kanssa.

TAULUKKO 3. Henkilön A suorittamat harjoituskerrat rasitustasoittain suhteessa suunniteltuihin harjoituskertoihin. Jokainen harjoituskerta oli suunniteltu raskaaksi harjoitukseksi.

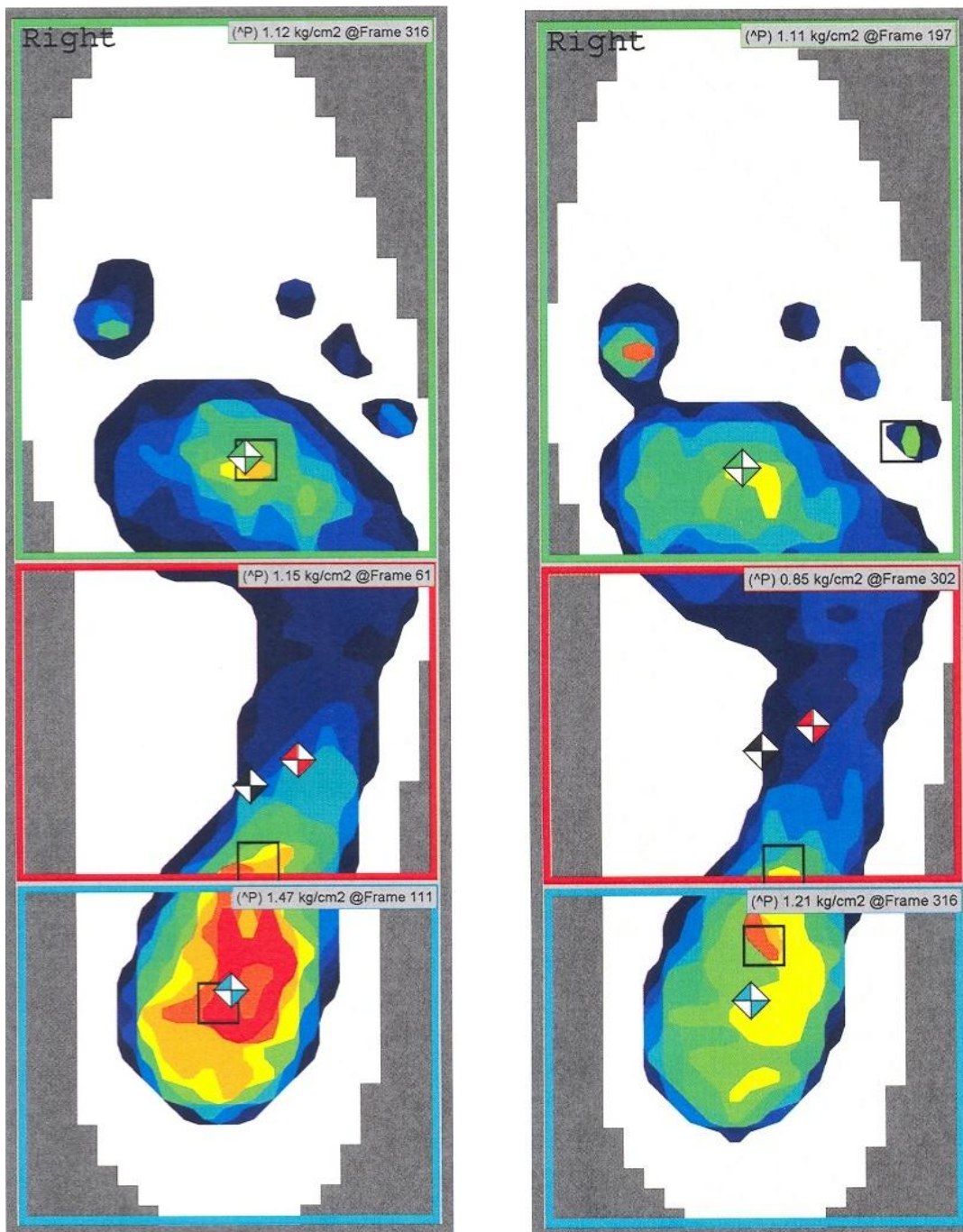
Henkilö A	Kevyt harjoittelu	Keskiraskas harjoittelu	Raskas harjoittelu	Toteutuneet / suunnitellut harjoituskerrat
Harjoituskerrat (krt)	0	10	6	16 / 28
Prosentuaalinen osuus kokonaisharjoittelumäärästä (%)	0	36	21	57 / 100

Footscanmittauksissa (Taulukko 4.) oikeassa jalkaterässä mittausten välinen muutos oli ennen rasitusta (Kuvio 10.) 7,7 % mediaalisuuntaan. Rasituksen jälkeen (Kuvio 11.) muutosta tapahtui kuitenkin 14,3 % lateraalisuuntaan. Vasemmassa jalkaterässä ei tapahtunut muutoksia ennen rasitusta (Kuvio 12.) tehdyissä mittauksissa. Rasituksen jälkeen (Kuvio 13.) muutosta oli kuitenkin tapahtunut 20 % lateraalisuuntaan. Oikean jalkaterän **betakulmasta** (Taulukko 4.) mitattiin 21,1 % muutos inversioon ennen rasitusta. Rasituksen jälkeen muutos oli kuitenkin 5,3 % eversioon. Vasemmasta jalkaterästä saatiin ennen rasitusta 11,1 % muutos inversioon. Rasituksen jälkeen muutos oli 5,6 % inversioon. Oikean jalkaterän **sovelletun feissinlinjan** (Taulukko 4.) kulma oli kasvanut ennen rasitusta 5,8 % ja rasituksen jälkeen 10 %. Vasemmassa jalkaterässä ei tapahtunut muutosta ennen rasitusta, mutta rasituksen jälkeen kulma oli pienentynyt 2,1 %.

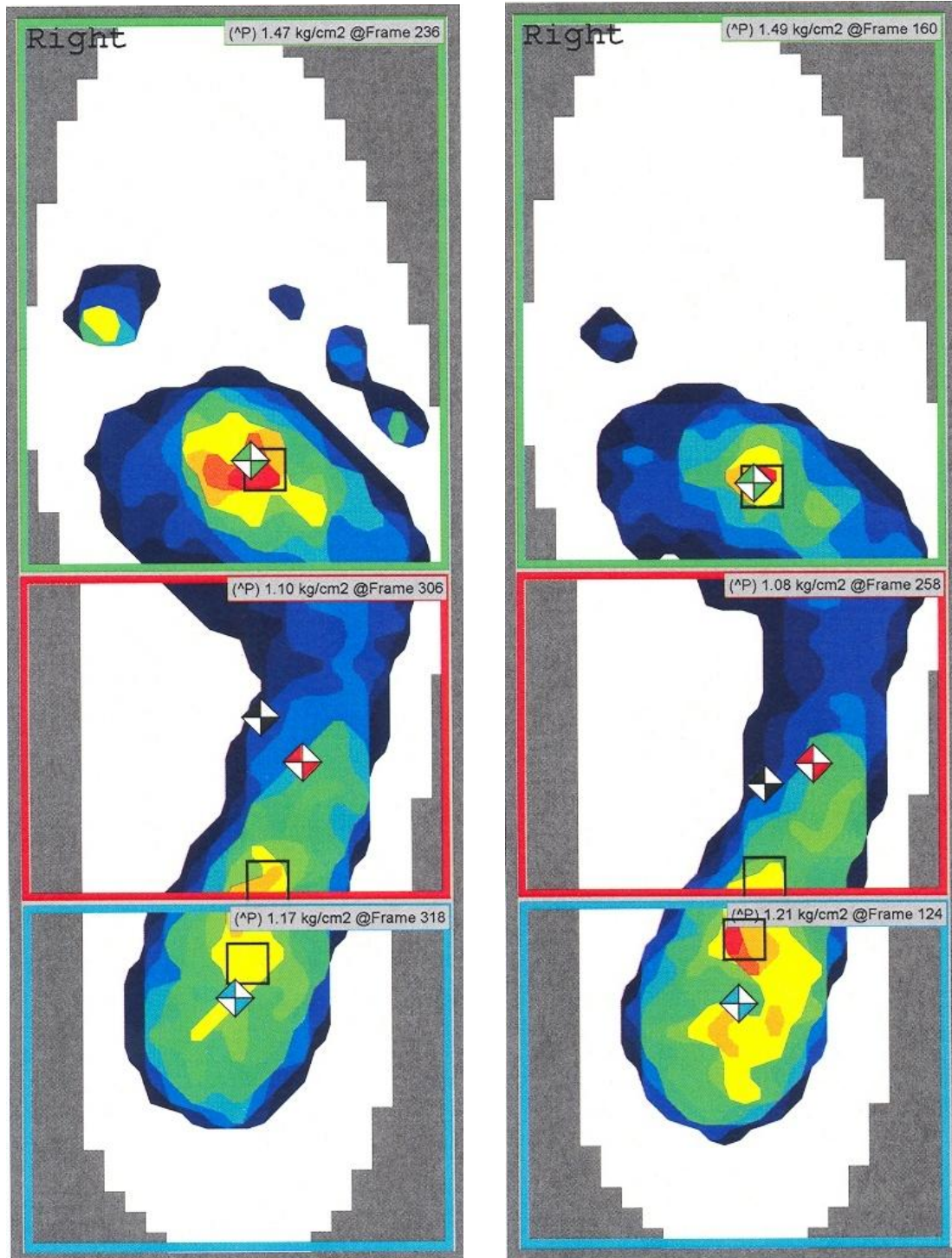
Oikeassa jalkaterässä havaittiin lievä mediaalisen pitkittäiskaaren madaltuminen ennen rasitusta footscanilla ja betakulmalla mitattuna. Sovelletun feissinlinjan mittauksen mukaan oikean jalkaterän mediaalinen pitkittäiskaari oli puolestaan hieman kohonnut. Kaikilla mittareilla saatujen tulosten mukaan oikean jalkaterän mediaalinen pitkittäiskaari oli kohonnut rasituksen jälkeen alku- ja loppumittausten suhteen. Voimme siis olettaa, että kaarirakenteita kohottavat lihakset olivat aktivoituneet rasituksesta.

Vasemman jalkaterän mittauksissa ei ollut havaittavissa merkittäviä muutoksia. Footscanilla mitattuna ennen rasitusta tilanne oli pysynyt ennallaan alku- ja loppumittausten suhteen, mutta rasituksen jälkeen jalkaterän mediaalinen pitkittäiskaari oli hieman kohonnut. Betakulma mittauksen mukaan mediaalinen pitkittäiskaari oli hieman laskenut ennen ja jälkeen rasituksen. Sovelletun feissinlinjan mittauksen mukaan ennen rasitusta ja rasituksen jälkeen tehdyissä mittauksissa alussa ja lopussa ei juuri ollut eroavaisuuksia. Kokonaisuutena vasemmassa jalkaterässä ei tapahtunut merkittäviä muutoksia.

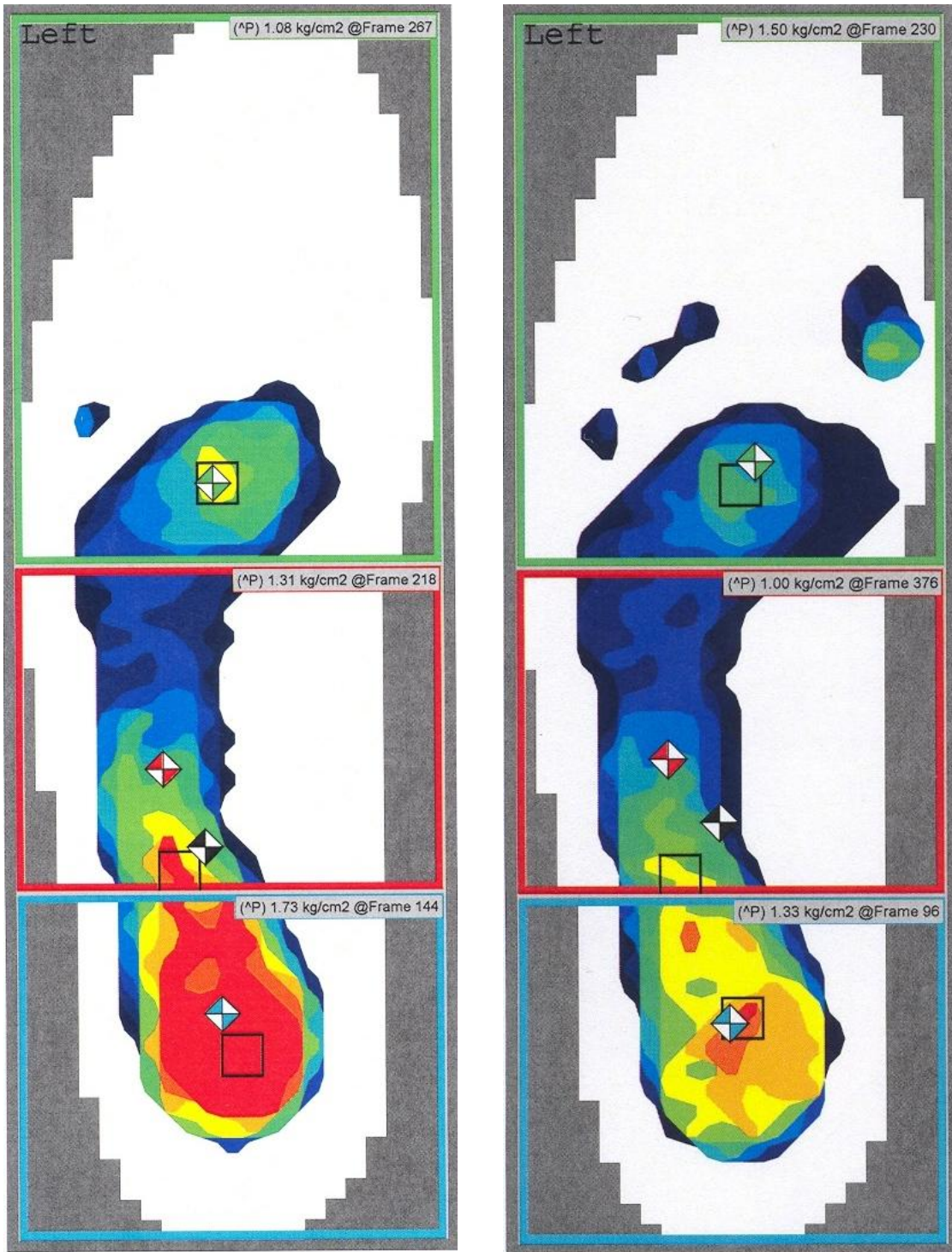
Yllä olevista prosentuaalisista muutoksista voidaan havaita, että kaikki mittarit osoittavat muutoksia oikean jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamisesta rasituksen jälkeen. Vasemmassa jalkaterässä mediaalinen pitkittäiskaari oli kohonnut rasituksen jälkeen Footscanilla mitattuna, mutta muilla mittareilla mitattuna kaarirakenne vaikuttaa laskeneen. Footscan tulosten perusteella tarvitaan lisätutkimuksia voiko henkilö A joustavan jalkaterän madaltunut mediaalinen pitkittäiskaari kohota, jos kaarirakenteita tukevia lihaksia aktivoidaan lisää.



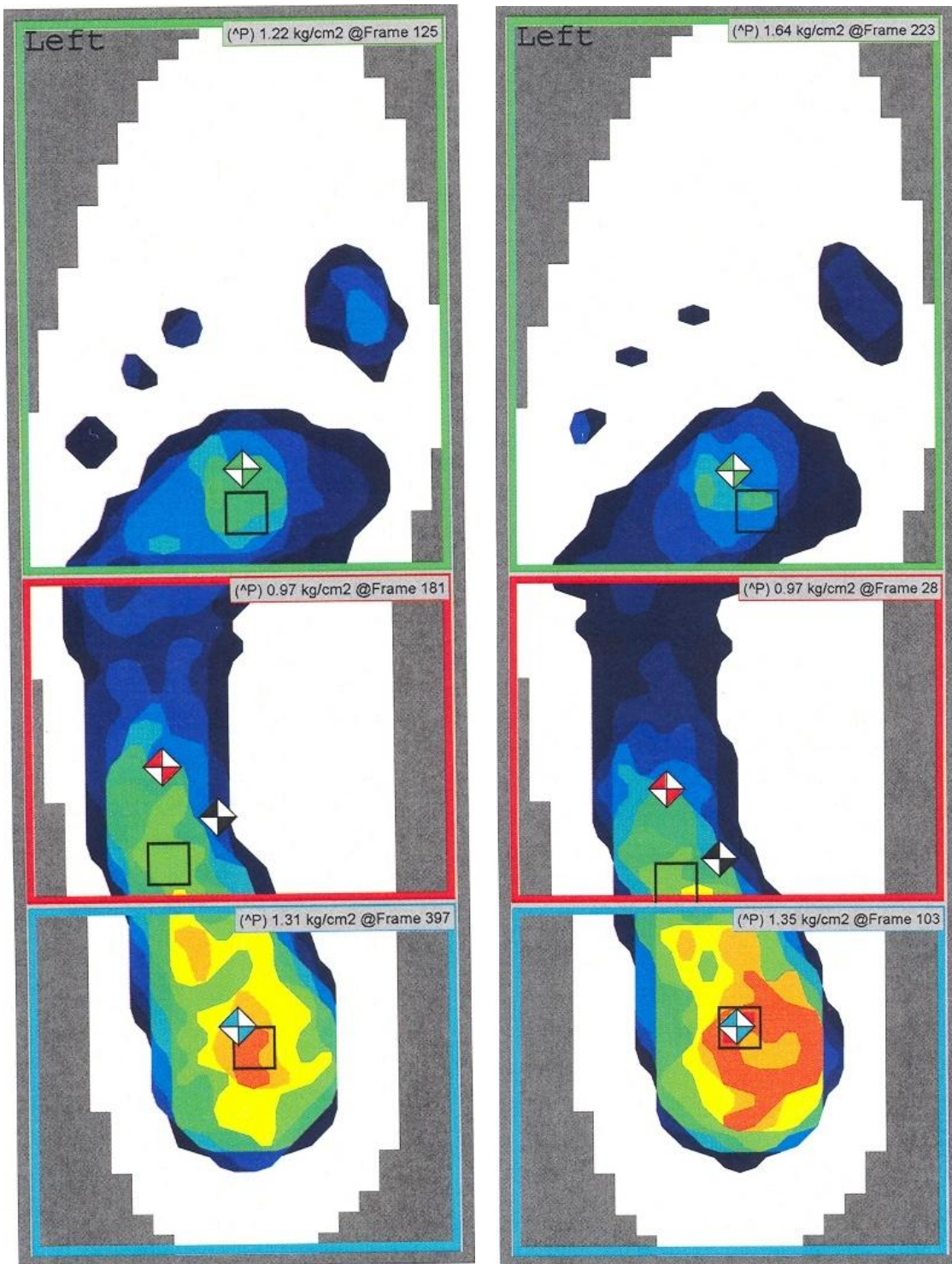
KUVIO 10. Henkilön A vasemman jalkaterän alku- (vasen kuva) ja loppumittaus (oikea kuva) ennen rasiusta. Keskiolmanneksen painopisteen siirtymä medio-lateralisuunnassa (puna-valkoinen neliö). Puna-valkoisen neliön siirtyminen loppumittauksessa lateraalisesti kuvastaa joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamista ja siirtymä mediaaliseksi kuvastaa madaltumista.



KUVIO 11. Henkilön A oikean jalkaterän alku- (vasen kuva) ja loppumittaus (oikea kuva) rasituksen jälkeen. Keskikolmanneksen painopisteen siirtymä medio-lateralisuunnassa (puna-valkoinen neliö). Puna-valkoisen neliön siirtyminen loppumittauksessa lateraalisesti kuvastaa joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamista ja siirtymä mediaalisesti kuvastaa madaltumista.



KUVIO 12. Henkilön A vasemman jalkaterän alku- (vasen kuva) ja loppumittaus (oikea kuva) ennen rasitusta. Keskikolmanneksen painopisteen siirtymä medio-lateralisuunnassa (puna-vaalkoinen neliö). Puna-vaalkoisen neliön siirtyminen loppumittauksessa lateraalisesti kuvastaa joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamista ja siirtymä mediaalisesti kuvastaa madaltumista.



KUVIO 13. Henkilön A vasemman jalkaterän alku- (vasen kuva) ja loppumittaus (oikea kuva) rasi-
 tuksen jälkeen. Keskikolmanneksen painopisteen siirtymä medio-lateraalisuunnassa (puna-
 valkoinen neliö). Puna-valkoisen neliön siirtyminen loppumittauksessa lateraalisesti kuvastaa
 joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamista ja siirtymä mediaali-
 sesti kuvastaa madaltumista.

TAULUKKO 4. Muutokset henkilön A jalkaterissä Footscanilla sekä betakulmasta ja sovelletusta feissinlinjasta mitattuina. Muutosrivillä on esitetty sulkeissa muutosprosentti. Negatiivinen muutosprosentti viittaa joustavan jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren madaltumiseen ja positiivinen muutosprosentti sen kohoamiseen.

Henkilö A	Mittaukset	Footscan	Betakulma	Sovellettu feissinlinja
Vasen jalkaterä	Alkumittaus	1,4cm	9,0°	24,5°
	Loppumittaus	1,4cm	10,0°	24,5°
	Muutos	0,0cm (0,0 %)	+1,0° (-11,1 %)	0,0° (0,0 %)
	Alkumittaus rasi- tuksen jälkeen	1,5cm	9,0°	24,0°
	Loppumittaus rasi- tuksen jälkeen	1,2cm	9,5°	23,5°
	Muutos rasi- tuksen jälkeen	-0,3cm (+20,0 %)	+0,5° (-5,6 %)	-0,5° (-2,1 %)
Oikea jalkaterä	Alkumittaus	1,3cm	9,5°	26,0°
	Loppumittaus	1,4cm	11,5°	27,5°
	Muutos	+0,1cm (-7,7 %)	+2,0° (-21,1 %)	+1,5° (+5,8 %)
	Alkumittaus rasi- tuksen jälkeen	1,4cm	9,5°	25,0°
	Loppumittaus rasi- tuksen jälkeen	1,2cm	9,0°	27,5°
	Muutos rasi- tuksen jälkeen	-0,2cm (+14,3 %)	-0,5° (+5,3 %)	+2,5° (+10,0 %)

7.2 Muutokset henkilön B joustavan jalkaterän madaltuneessa mediaalisessa pitkittäiskaassa

Alla on esitetty henkilön B harjoituskerrat (Taulukko 5.) taulukossa. Päiväkirjamerkintöjen mukaan harjoitteita oli tehty keskiraskaalla ja raskaalla tasolla. Kahdeksan viikon harjoitusohjelmaan kuului 28 harjoituskertaa, joista toteutui 18 kertaa. Henkilö kertoi, että motivaation puutteen vuoksi osa harjoituskerroista jäi toteuttamatta. Viikoilla 1-3 ja 8 harjoituskerrat olivat suunnitelmien mukaiset, mutta osa harjoituskerroista tapahtui peräkkäisinä päivinä. Viikoilla 4-7 henkilö harjoitteli epäsäännöllisesti. Tulokset antoivat viitteitä sille, että joustavan jalkaterän madaltunut mediaalinen pitkittäiskaari oli kohonnut molemmissa jalkaterissä. Footscanilla saadut tulokset on esitetty kuvina sekä numeerisina tuloksina yhdessä sovelletusta feissinlinjasta ja betakulmasta saatujen numeeristen tulosten (Taulukko 6.) kanssa.

TAULUKKO 5. Henkilön B suorittamat harjoituskerrat rasiustasoittain suhteessa suunniteltuihin harjoituskertoihin. Jokainen harjoituskerta oli suunniteltu raskaaksi harjoitukseksi.

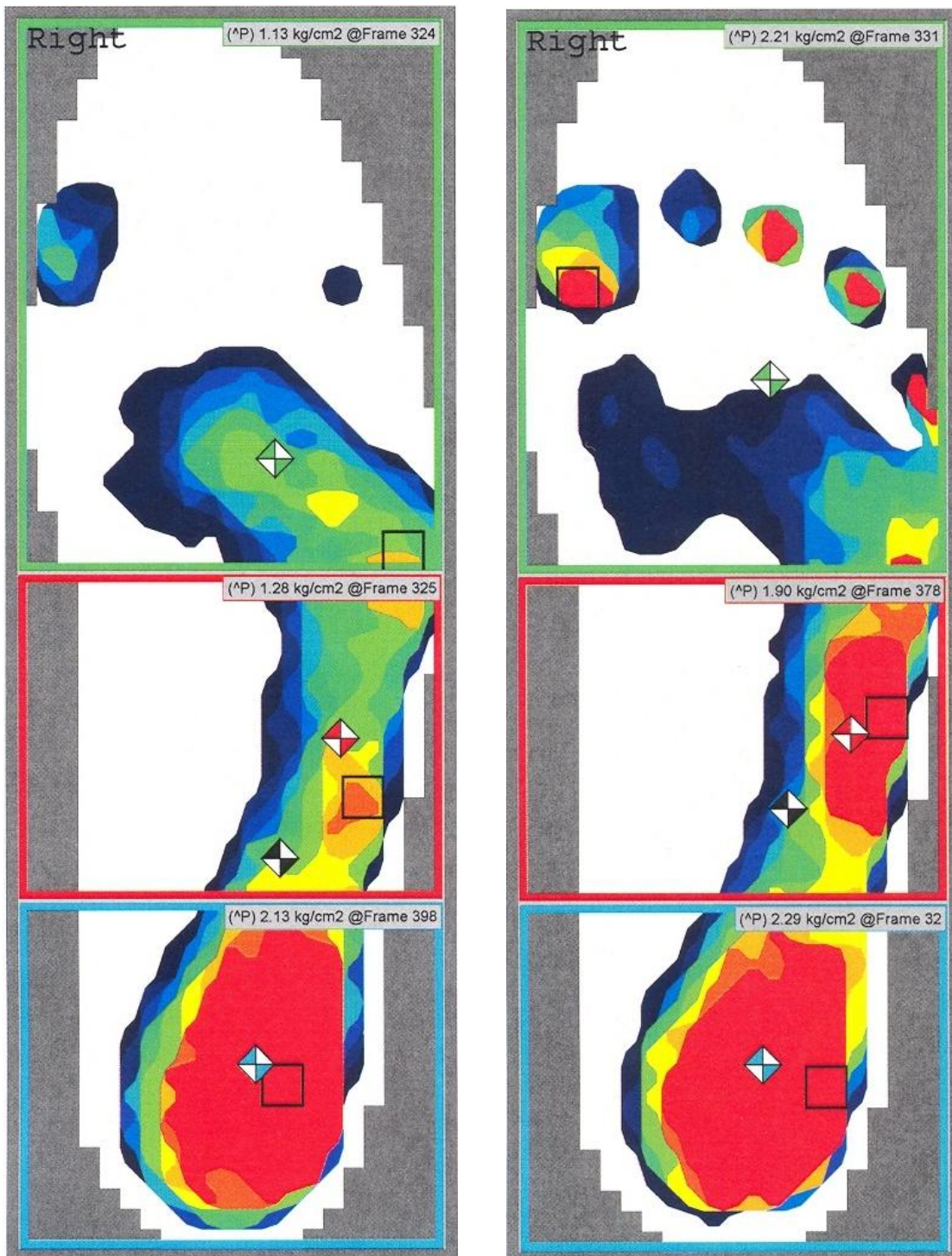
Henkilö B	Kevyt harjoittelu	Keskiraskas harjoittelu	Raskas harjoittelu	Toteutuneet / suunnitellut harjoituskerrat
Harjoituskerrat (krt)	0	17	1	18 / 28
Prosentuaalinen osuus kokonaisharjoittelumäärästä (%)	0	61	4	65 / 100

Footscanmittauksissa (Taulukko 6.) oikeassa jalkaterässä mittausten välinen muutos oli ennen rasiusta 11,1 % lateraalisuuntaan. (Kuvio 14.) Rasiuksen jälkeen muutosta tapahtui myös 11,1 % lateraalisuuntaan. (Kuvio 15.) Vasemmassa jalkaterässä tapahtui 18,1 % muutos lateraalisuuntaan ennen rasiusta. (Kuvio 16.) Rasiuksen jälkeen muutosta oli tapahtunut 23,1 % lateraalisuuntaan. (Kuvio 17.) Oikean jalkaterän **betakulmasta** (Taulukko 6.) mitattiin ennen rasiusta 20,0 % muutos eversioon. Rasiuksen jälkeen ei ollut tapahtunut muutosta. Vasemmassa jalkaterässä tapahtui ennen rasiusta 50,0 % muutos eversioon. Rasiuksen jälkeen muutos oli 8,3 % eversioon. Oikean jalkaterän **sovelletusta feissinlinjasta** (Taulukko 6.) mitattuna kulmamutosta ei ollut tapahtunut. Rasiuksen jälkeen kulmamuuutos oli laskenut 1,7 %. Vasemmassa jalkaterässä kulma oli kasvanut 8,0 % ennen rasiusta ja rasiuksen jälkeen kulma oli kasvanut 4,0 %.

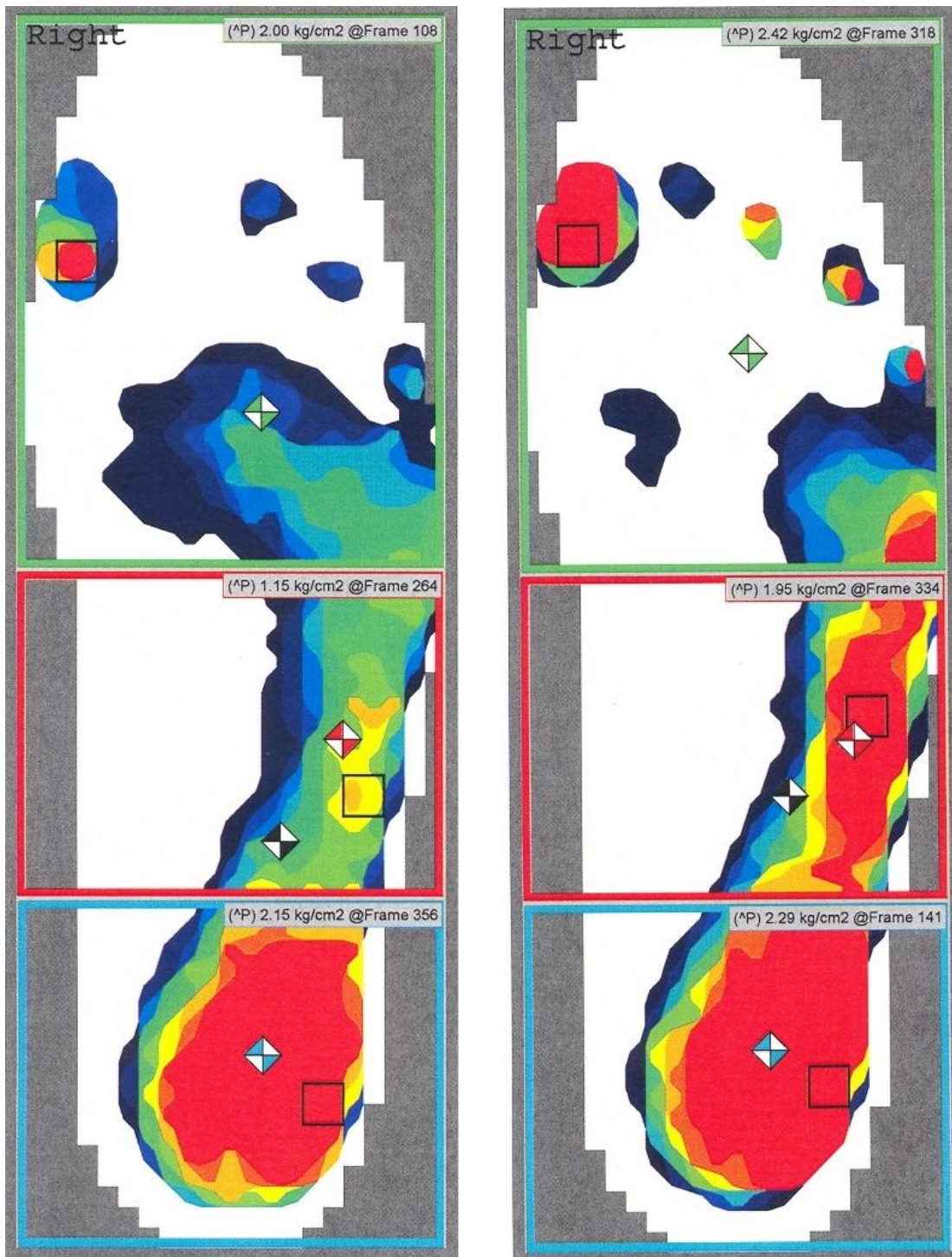
Oikeasta jalkaterästä mitattiin mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamista alku- ja loppumittauksen suhteen ennen ja jälkeen rasituksen Footscanilla mitattuna. Betakulmasta mitattuna oikean jalkaterän mediaalisessa pitkittäiskaarella oli havaittavissa kohoamista ennen rasitusta, mutta rasituksen jälkeen muutosta ei tapahtunut. Sovelletusta feissinlinjasta mitattuna oikean jalkaterän mediaalisessa pitkittäiskaarella ei tapahtunut ennen rasitusta muutosta, mikä saattaa johtua jo hyvästä lähtötilanteesta. Rasituksen jälkeen mediaalinen pitkittäiskaari pysyi lähes muuttumattomana.

Kaikilla mittareilla mitattuna **vasemman jalkaterän** mittaustuloksista oli nähtävissä selkeitä viitteitä jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamisesta. Footscanilla mitattuna ennen ja jälkeen rasituksen löytyi muutoksia jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamisesta. Betakulmasta mitattuna jalkaterän mediaalinen pitkittäiskaari oli kohonnut ennen ja jälkeen rasituksen. Sovelletun feissinlinjan mittauksen mukaan ennen rasitusta alku- ja loppumittausten suhteen tapahtui selvä mediaalisen pitkittäiskaaren kohoaminen kuin rasituksen jälkeen.

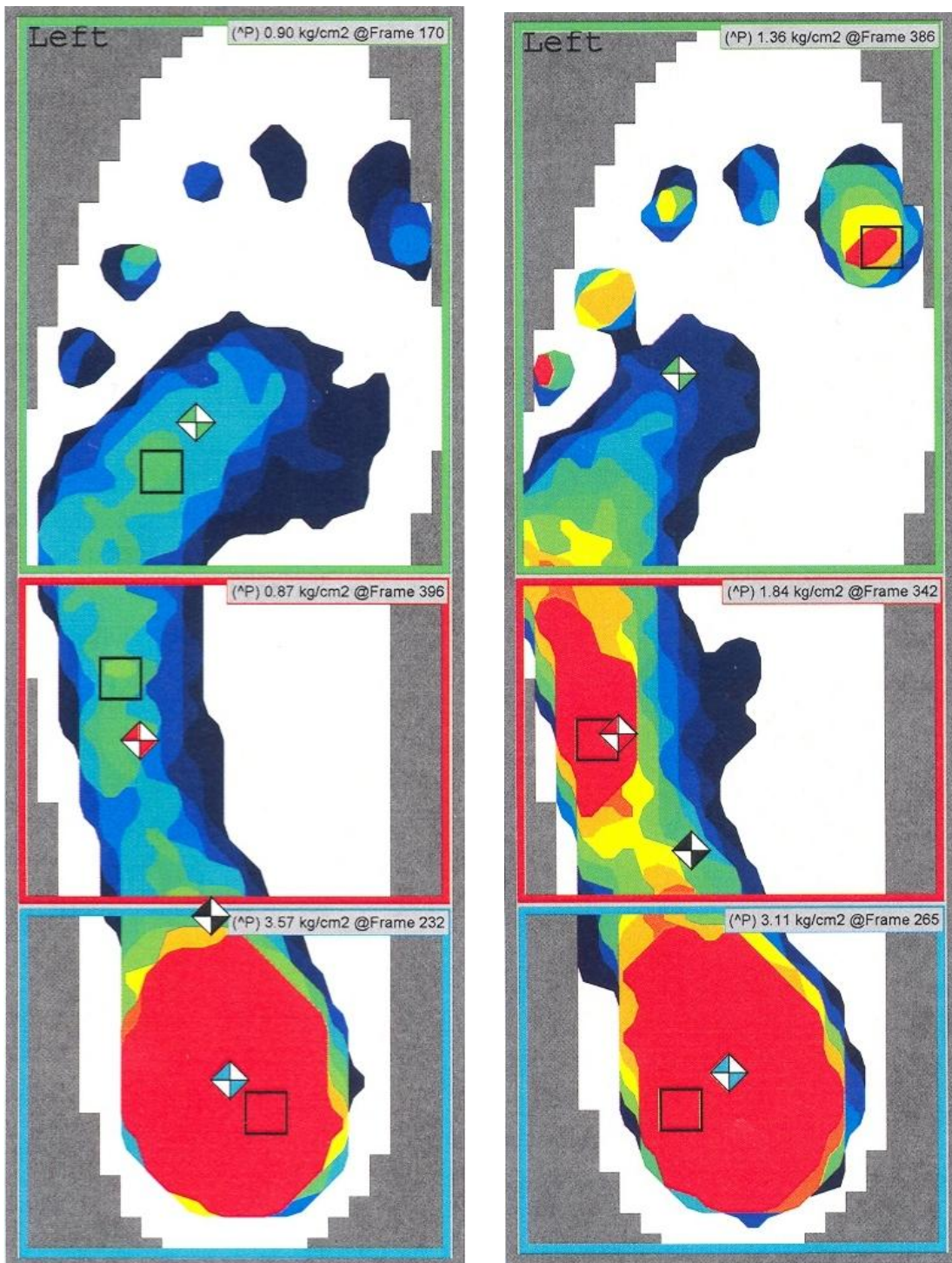
Henkilöllä B havaittiin jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamista molemmissa jalkaterissä kaikilla muilla mittareilla paitsi sovelletulla feissinlinjalla mitattaessa oikeassa jalkaterässä. Mittatulosten perusteella harjoitusohjelmasta oli hyötyä jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohottamisessa.



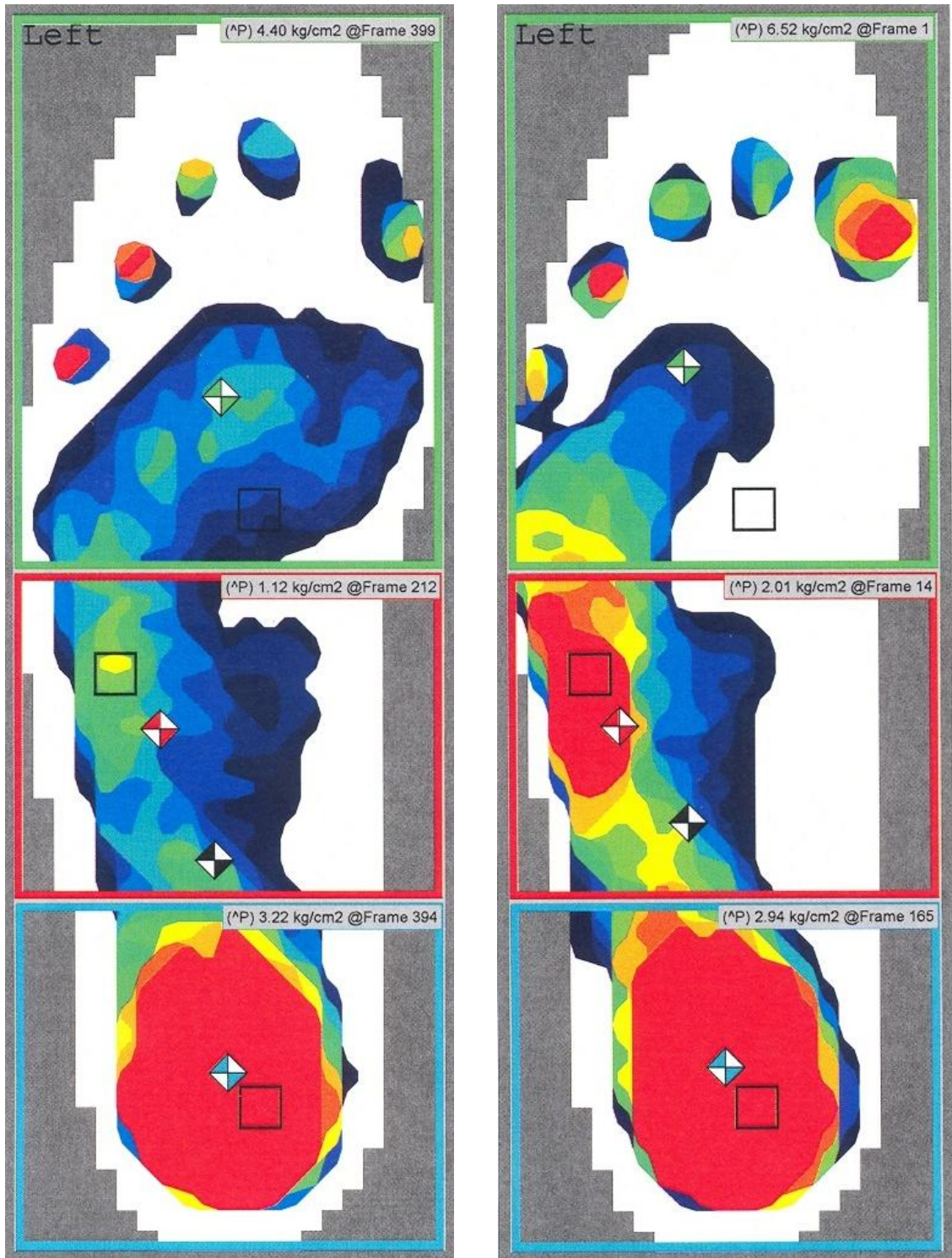
KUVIO 14. Henkilön B oikean jalkaterän alku- (vasen kuva) ja loppumittaus (oikea kuva) ennen rasiusta. Keskikolmanneksen painopisteen siirtymä medio-lateraalisuunnassa (puna-valkoinen neliö). Punavalkoisen neliön siirtyminen loppumittauksessa lateraalisesti kuvastaa joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamista ja siirtymä mediaalisesti kuvastaa madaltumista.



KUVIO 15. Henkilön B oikean jalkaterän alku- (vasen kuva) ja loppumittaus (oikea kuva) rasituksen jälkeen. Keskipolmanneksen painopisteen siirtymä medio-lateraalisuunnassa (puna-valkoinen neliö). Puna-valkoisen neliön siirtyminen loppumittauksessa lateraalisesti kuvastaa joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamista ja siirtymä mediaaliseksi kuvastaa madaltumista.



KUVIO 16. Henkilön B vasemman jalkaterän alku- (vasen kuva) ja loppumittaus (oikea kuva) ennen rasiusta. Keskiolmanneksen painopisteen siirtymä medio-lateralisuunnassa (puna-valkoinen neliö). Puna-valkoisen neliön siirtyminen loppumittauksessa lateraalisesti kuvastaa joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamista ja siirtymä mediaalisesti kuvastaa madaltumista.



KUVIO 17. Henkilön B vasemman jalkaterän alku- (vasen kuva) ja loppumittaus (oikea kuva) rasi-
 tuksen jälkeen. Keskikolmanneksen painopisteen siirtymä medio-lateralisuunnassa (puna-
 valkoinen neliö). Puna-valkoisen neliön siirtyminen loppumittauksessa lateraalisesti kuvastaa
 joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamista ja siirtymä mediaali-
 sesti kuvastaa madaltumista.

TAULUKKO 6. Muutokset henkilön B jalkaterissä Footscanilla sekä betakulmasta ja sovelletusta feissinlinjasta mitattuina. Muutosrivillä on esitetty sulkeissa muutosprosentti. Negatiivinen muutosprosentti viittaa joustavan jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren madaltumiseen ja positiivinen muutosprosentti sen kohoamiseen.

Henkilö B	Mittaukset	Footscan	Betakulma	Sovellettu feissinlinja
Vasen jalkaterä	Alkumittaus	1,1cm	6,0°	25,0°
	Loppumittaus	0,9cm	3,0°	27,0°
	Muutos	-0,2cm (+18,1 %)	-3,0° (+50,0 %)	+2,0° (+8,0 %)
	Alkumittaus rasituksen jälkeen	1,3cm	6,0°	25,0°
	Loppumittaus rasituksen jälkeen	1,0cm	5,5°	26,0°
	Muutos rasituksen jälkeen	-0,3cm (+23,1 %)	-0,5° (+8,3 %)	+1,0° (+4,0 %)
Oikea jalkaterä	Alkumittaus	0,9cm	7,5°	29,0°
	Loppumittaus	0,8cm	6,0°	29,0°
	Muutos	-0,1cm (+11,1 %)	-1,5° (+20,0 %)	0,0° (0,0 %)
	Alkumittaus rasituksen jälkeen	0,9cm	8,0°	29,0°
	Loppumittaus rasituksen jälkeen	0,8cm	8,0°	28,5°
	Muutos rasituksen jälkeen	-0,1cm (+11,1 %)	0,0° (0,0 %)	-0,5° (-1,7 %)

7.3 Tulosten yhteenveto

Saatujen tulosten perusteella harjoittelu oli vaikuttanut molempien mitattavien joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren asentoon intervention aikana. Kummatkin osallistujat kertoivat hyötyneensä harjoittelusta ja heidän subjektiivisen kokemuksen mukaan jalkaterän asennon tunteminen oli kehittynyt. **Henkilön A** kohdalla vasemman joustavan jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamiselle ei saatu selviä viitteitä. Mittausten perusteella oikean joustavan jalkaterän madaltunut mediaalinen pitkittäiskaari oli kohonnut rasituksen jälkeen. Henkilön A tuloksiin saattoi vaikuttaa määrätietoinen juoksu-harrastus, joka on ohjattujen harjoitteiden lisäksi mahdollisesti kuormittanut jalkaterän mediaalista pitkittäiskaarta. **Henkilön B** kohdalla harjoitusinterventio vaikutti merkittävästi molempien joustavien jalkaterien madaltuneiden mediaalisten pit-

kittäiskaarten kohoamiseen. Voidaan olettaa, että suunniteltu harjoitusohjelma oli toimiva ja harjoitusvaste sopiva henkilön B kohdalla.

Mittareiden tulokset eivät antaneet yhdenmukaista tietoa vaan erosivat usein toisistaan. Mittaus- tulokset eroavat lähes aina yli 4 % verran toisistaan. Goniometrin mittaustarkkuus on huomioitu, mutta tuloksia ei analysoida virhearvojen mukaan vaan saatuina tuloksina sellaisenaan. Esimerkiksi henkilön B kohdalla osa hyvistä tuloksista saattaa johtua goniometrin mittaustarkkuudesta. Mittareilla saadut tulokset ovat eriäväisiä todennäköisesti siitä syystä, että mitattavassa kohteessa on useita eri tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa suoraan tai välillisesti mittaustuloksiin. Tuloksiin vaikuttavia virhetekijöitä voivat olla muun muassa mittajaan virhe, mitattavan huojunta kuvaus- hetkellä, tukipisteen käyttö, vireystila, ihon merkinnät, betakulman ja sovelletun feissinlinjan kulman mittaukset. Virhetekijät pyrittiin huomioimaan mittaustilanteissa reliabiliteetin lisäämiseksi.

8 POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena on antaa tietoa joustavan jalkaterän kaarirakenteiden tutkimisesta ja niitä tukevien lihasten lihasvoimaharjoitteista fysioterapeuteille. Tutkimuksesta saatiin viitteitä siitä, että tutkimuksessa käytetyn harjoitteluohjelman kaltaiset harjoitteet voivat vaikuttaa positiivisesti mitattavien joustavaan jalkaterän madaltuneeseen mediaaliseen pitkittäiskaareen. Tutkimuksen tavoitteena oli kuvata kahden henkilön joustavan jalkaterän madaltuneessa mediaalisessa pitkittäiskaareessa tapahtuvia muutoksia. Tutkimuksen tavoitteet toteutuivat, koska joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren muutoksia pystyttiin mittaamaan ja kuvaamaan eri menetelmillä.

Oppimistavoitteinamme oli kehittää ammattitaitoamme tuki- ja liikuntaelin fysioterapiassa sekä organisoinnin taitoja. Kehityimme joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren asennon arvioinnissa, kuntouttamisessa ja kuntoutuksen vaikutusten seurannassa. Tutkimusta tehdessämme opimme organisoimaan pitkäjaksoista tapahtumaa, jossa tutkimuksen eri vaiheet seurasivat toisiaan suunnitellusti. Muita oppimistavoitteinamme oli perehtyä tieteellisen tutkimustyön prosessiin, syventää tietämystämme tutkimuksen kohteena olevasta fysioterapian osa-alueesta, kehittyä kirjallisen tiedon tuottamisessa sekä tulosten analysoimisessa että ohjaustaidoissa. Perehdyimme tieteellisen tutkimustyön prosessiin opinnäytetyön ideointivaiheessa, jolloin osallistuimme tutkimus- ja kehittämismenetelmien sovellusten opintojaksolle. Tutkimuksen viitekehyksen ja toteutuksen myötä opimme tuki- ja liikuntaelin fysioterapiasta uusia asioita ja syvensimme aikaisempaa tietämystämme jalkaterään liittyen. Kirjallisen aineiston tuottaminen oli tutkimuksessa haastavinta. Kirjallisen työn tekemiseen meni liikaa sitä aikaa, jonka olisimme voineet hyödyntää tutkimuksen muihin osa-alueisiin. Opinnäytetyömme on aiheeltaan sellainen, joka vaatii hyvän tietotaidollisen pohjan, minkä vuoksi työstä on tullut näinkin laaja. Tutkimuksessa onnistuimme ohjaamisessa, mikä näkyi välitapaamisissa, joissa mitattavat osasivat suorittaa heille jo aikaisemmin ohjatut harjoitteet.

Käytimme tutkittua tietoa ja kirjallisuutta tutkimuksen suunnittelun ja raportoinnin tukena. Kirjallisen raportin sisällöllistä luotettavuutta lisäsi opettajien ja vertaisarvioijien palautteet sekä ohjeet,

jotka tukivat suunnitelmiamme tutkimuksen toteuttamisessa. Minimoimme virhelähteet opettajien, opponenttien ja oman tiedonhaun sekä suunnitelmallisuuden avulla. Uusia tutkimuksia on tehty viimevuosina suhteellisen paljon, mutta käyttöoikeuksien puuttumisen vuoksi emme pystyneet hyödyntämään kaikkia aiheeseen liittyviä tutkimuksia. Saimme muutamia tutkimuksia sähköpostitse erillisestä pyynnöstä, mutta usein tutkimusten saaminen kesti kuukausia. Kirjallisuutta oli hyvin saatavilla tutkimuksemme eri aiheista ja pyrimme hyödyntämään niitä monipuolisesti. Anatomian ja biomekaniikan osalta olemme käyttäneet vanhempaakin kirjallisuutta, koska niissä ei nykyään ole ollut löydettävissä muutoksen tarpeessa olevia asioita.

Harjoitusinterventio koostui jalkaterän ja säären alueen lihasten lihasvoima- ja liikkuvuusharjoitteista. Jalkaterän mediaalisessa pitkittäiskaarella tapahtuneita muutoksia mitattiin Footscanilla sekä goniometrillä betakulmasta ja sovelletusta feissinlinjasta. Nämä mittarit valittiin, jotta saisimme kokemusta fysioterapian käytännön työssä ja tutkimustyössä käytettävistä mittareista ja mittausten menetelmistä. Lisäksi valituilla mittareilla saatiin tarkkoja numeerisia arvoja mitattavasta ilmiöstä, minkä avulla pystyimme seuraamaan joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren muutoksia. Valitut mittausten menetelmät osoittautuivat soveltuviksi määrittämään mitattavien joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren asentoa.

Mitattavat kokivat valitut harjoitteet ja niiden ohjauksen mielekkäinä. Subjektiiivisen kokemuksen mukaan he hyötyivät harjoitteista ja aikoivat jatkaa niiden tekemistä, mikä on merkityksellisintä tapaustutkimuksessa (kts. s.26). Tuloksia analysoitiin yksilötasolla, mikä soveltui tutkimukseen hyvin. Tapaustutkimus oli oikea valinta joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren tutkimiseen, koska aikaresurssien vuoksi tutkimusta ei olisi ollut mahdollista toteuttaa suuremmalla otoksella. Pienen otoksen vuoksi tuloksia ei voida yleistää, mutta niistä saadaan viitteitä sille, että joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren harjoittamisesta on hyötyä jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren kohottamiseksi.

Mittausvälineet sekä mittaustilanne ja -ympäristö olivat alku- ja loppumittauksissa samat. Ennen alkumittausten suorittamista testasimme kolmella opiskelijalla Footscan-laitteiston käyttöä, jalkaterämerkintöjen piirtämistä ja taustamuuttujien sekä seurattavien muuttujien mittauksia. Alkumittausten harjoitussuoritusten tarkoituksena oli harjoitella jaettujen tehtävien toteuttamista ja pyrkiä mittausten osalta hyvään reliabiliteettiin ja validiteettiin.

Mielestämme kamera oli luotettava mittaamisen apuväline. Vakioitu kameran asettelu takasi saman kuvakulman ja etäisyyden mitattavasta kohteesta, lisäksi tutkimushenkilöt seisoivat aina samassa paikassa. Betakulman ja sovelletun feissinlinjan mittaaminen valokuvista oli onnistunut valinta, koska pystyimme mittaamaan valokuvista goniometrillä kulmien suuruudet useampaan kertaan. Tulkintaan saadaan täten syvyyttä ja luotettavuutta, kun eri katselukerroilla oli mahdollisuus tehdä uusia havaintoja tai varmistaa aiemmin tehtyjen havaintojen oikeellisuus (Vienola 2004, 71–81).

Oppimiskäyrän keskivaihe on oppijan kannalta työläin ja hidas edistyminen alentaa yleensä harjoittelumotivaatiota. Ohjaajan positiivisen palautteen tai oman oivalluksen avulla oppija voi nostaa harjoittelumotivaatiota. (Keskinen 2002, 77-78.) Harjoitteluohjelman opettaminen oli vaativaa. Osasimme harjoitteet kuitenkin itse hyvin, joten kykenimme ohjaamaan niitä manuaalisesti, visuaalisesti sekä verbaalisesti. Mitattavat oppivat ohjatut harjoitteet nopeasti ja alussa mitattavien innostus näkyi nopeana tiedon omaksumisena sekä säännöllisenä harjoitteluna. Mitattavilla oli ongelmia harjoittelumotivaation kanssa intervention keskivaiheilla ja lopussa. Kannustimme heitä säännölliseen harjoittelurytmiin harjoitusinterventioiden ohjausten yhteydessä.

Huomioimme tutkimuksen eettiset periaatteet toimimalla rehellisesti, huolellisesti ja tarkasti kaikissa tutkimuksen vaiheissa. Tutkimustuloksia tarkasteltiin kriittisesti ja raportoimme huolellisesti, jotta tulokset eivät vääristyisi. Tutkimukseen osallistuville ilmoitettiin kaikki tutkimuksen kannalta merkittävät asiat ja heille toimitettiin tutkimus kokonaisuudessaan sähköpostitse. Kunnioitimme osallistujien ihmisarvoa ja itsemääräämisoikeutta. Tutkimuksen päätyttyä hävitimme kaikki tutkimushenkilöitä koskevat tiedot hyvän tietoturvakäytännön periaatteiden mukaisesti.

Halusimme selvittää harjoitusohjelman vaikutuksia eri mittausten avulla. Oletuksena oli, että mitareilla saadut tulokset olisivat tukeneet toisiaan, mutta näin ei kaikilta osin tapahtunut. Tutkimuksesta saadun tiedon avulla käytännön työssä toimivat fysioterapeutit voivat arvioida tämän kaltaisen harjoitusohjelman vaikuttavuutta joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohottamiseksi. Tutkimustulokset palvelevat myös joustavan jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren omaavia henkilöitä, koska tutkimustulosten kautta heillä on mahdollisuus ymmärtää lihasvoimaharjoittelun merkitys jalkaterän hyvinvoinnissa. Vähäinen kokemuksemme alaraajojen fysioterapeuttisesta tutkimisesta on saattanut lisätä virhemarginaalia tutkimusvaiheissa.

Ryhmään valikoitui oululaisten terveydenhuoltoalan ammattilaisten kontaktien kautta kolme henkilöä, joista kaksi lopulta osallistui tutkimukseen. Osallistuminen kahden kuukauden ohjattuun ja omatoimiseen harjoitteluun vaati pitkäjänteisyyttä ja sitoutumista. Tämän kaltaisen tutkimuksen jatkokehittämisideana on toteuttaa tutkimus esimerkiksi kahdella ryhmällä, joista toinen harjoittelee omatoimisesti ja toinen yhteisillä tapaamisilla ohjatusti. Olemme tyytyväisiä, että osallistujat olivat motivoituneita ja innokkaita kokeilemaan lihasvoimaharjoittelun hyödyllisyyttä jalkaterän mediaaliseen pitkittäiskaareen. Tulosten perusteella näyttäisi siltä, että pienelläkin ryhmällä voidaan saada suuntaa antavaa tietoa harjoittelun vaikutuksista.

Tutkimuksemme tulokset osoittivat suurimmalla osalla mittareista, että toteutuneet harjoituskerrat olivat riittäviä henkilön B kohdalla jalkaterän mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamiselle. Henkilöllä B toteutuneet harjoituskerrat jäivät suunniteltua vähemmäksi, mutta lepopäivät toteutuivat suunnitelman mukaisesti. Täten lihaksilla oli riittävästi aikaa palautua harjoittelusta, joten ylipäätös ei päässyt kehittymään. Henkilön B kohdalla olisi ollut mielenkiintoista nähdä olisiko jalkaterän mediaalinen pitkittäiskaari kohonnut saatuja tuloksia enemmän, mikäli hän olisi harjoitellut suunnitelman mukaisesti.

Henkilöllä A rasituksen jälkeen jalkaterän mediaalinen pitkittäiskaari kohosi footscanilla mitattuna sekä vasemmassa että oikeassa jalkaterässä, joissa myös muiden mittareiden tulosten perusteella saatiin viitteitä jalkaterien kaarten kohoamiselle. Henkilöllä A oikean jalkaterän ongelma häiritsi harjoitusohjelman toteuttamista. Oikean jalkaterän ongelman syntyyn on voinut vaikuttaa harjoitusohjelman aiheuttama rasitus tai intensiivisen kilpajuoksuharjoittelun aiheuttama ylipäätös. Harjoitusohjelmassa suunnitellut lepopäivät eivät toteutuneet juoksuharjoittelusta johtuen.

Tutkimuksen perusteella tutkimushenkilöt kuitenkin hyötyivät aktiivisesta lihasvoimaharjoittelusta jalkaterän madaltuneen mediaalisen pitkittäiskaaren kohottamiseksi. Tutkimustulokset vastaavat ennalta asetettuihin tutkimusongelmiin. Harjoitusohjelman vaikuttavuutta on tarpeen tutkia isomilla tutkimusjoukoilla, jotta sen vaikutuksia voidaan yleistää jalkaterän madaltuneeseen mediaaliseen pitkittäiskaareen. Tämän kaltaisen tutkimuksen jatkotutkimuksessa olisi mielenkiintoista tutkia, miten toiminnalliset lihasvoimaharjoitteet vaikuttavat joustavan jalkaterän madaltuneeseen mediaaliseen pitkittäiskaareen. Toiminnallisten harjoitteiden vaikuttavuutta olisi mielenkiintoista tutkia tutkimuksemme mittaushenkilöillä, koska heillä joustavan jalkaterän madaltuneen mediaali-

sen pitkittäiskaaren tukilihakset ovat aktivoituneet ja niiden harjoittaminen toiminnallisuuteen olisi seuraava vaihe progressiivisessa lihasvoimaharjoittelussa.

Pyrimme arvioimaan tutkimuksen vaiheita kriittisesti. Tutkimuksen suorittamisessa opimme alkuasentojen vaikutuksen mittaustuloksiin. Suunniteltujen ja tarkoitustenmukaisten alkuasentojen ylläpitäminen oli alussa ja lopussa tärkeää, jotta tulosten vertaaminen olisi luotettavaa. Alkumittauksissa piirsimme mitattaville jalkateriin merkit, joita heidän oli tarkoitus vahvistaa annetuilla merkintäkynillä, mikä ei kuitenkaan toteutunut. Merkintöjen vahvistamisen tarkoitus oli, että merkinnät olisivat säilyneet samoissa paikoissa sekä alussa että lopussa. Tällöin kulmien vertaaminen alun ja lopun suhteen olisi ollut luotettavampaa.

Mittauksissa suoritettu rasitus olisi kannattanut suorittaa siten, että alkumittauksissa rasitus olisi kestänyt niin pitkään kuin mitattava olisi jaksanut seisoa yhdellä jalalla tasapainolaudan päällä. Rasituksen kesto olisi merkitty ylös ja sama rasitus olisi ajallisesti suoritettu lopussa. Tällöin olisi saatu alussa selville mitattavien henkilökohtaiset rasituskestävyydet ja totaaliuupumuksesta johtuen mittausten välille olisi voinut olla mahdollista saada isompia eroavaisuuksia. Valokuvaaminen ja sen toteutus oli onnistunut valinta ja tarkkojen mittauspaikkojen määrittäminen osoittautui tärkeäksi. Jälkeenpäin ajateltuna olisi kannattanut yhden 10 sekunnin päästä otetun kuvan lisäksi kuvata myös esimerkiksi 5 ja 15 sekunnin kohdalla luotettavuuden lisäämiseksi. Tällöin betakulman ja sovelletun feissinlinjan kulmien mittaustulokset olisi voitu keskiarvoistaa ja näin vähentää mahdollisen huojunnan aiheuttamaa epäluotettavuutta.

LÄHTEET

Ahonen, J. 2002. Kävelyn perusteet. Teoksessa M. Fogelholm, J. Haapalainen, A. Hautala, S. Immonen, L. Jansson, J. Kangas, R. Laukkanen, J. Perttunen, M. Sandström, T. Ström, M. Tossavainen & M. Vilponen (toim.) Alaraajojen rakenne, toiminta ja kävelykoulu. Jyväskylä: Gummerus. 173–222.

Ahonen, J. 2002. Jalan ja nilkan rakenne sekä niiden toiminta kävelyssä. Teoksessa M. Fogelholm, J. Haapalainen, A. Hautala, S. Immonen, L. Jansson, J. Kangas, R. Laukkanen, J. Perttunen, M. Sandström, T. Ström, M. Tossavainen & M. Vilponen (toim.) Alaraajojen rakenne, toiminta ja kävelykoulu. Jyväskylä: Gummerus. 225–288.

Ahonen, J. 2002. Jalan tuenta ortooseilla kävelyn biomekaniikan parantamiseksi. Teoksessa M. Fogelholm, J. Haapalainen, A. Hautala, S. Immonen, L. Jansson, J. Kangas, R. Laukkanen, J. Perttunen, M. Sandström, T. Ström, M. Tossavainen & M. Vilponen (toim.) Alaraajojen rakenne, toiminta ja kävelykoulu. Jyväskylä: Gummerus. 393–407.

Allen, D. & Widener, G. 2009. Tone Abnormalities. Teoksessa L. Monroe, J. Pryde & S. Shapiro (toim.) Physical agents in rehabilitation. 3.painos. Kiina: Saunders Elsevier. 77-109.

Billek-Sawhney, B. & Perry, S. 2006. Coordination and proprioception. Teoksessa K. Brown, D. Davis, C. Durall, C. Foeller, F. Huber, C. Mancinelli, R. Sawhney, C. Wells & D. Wrisley (toim.) Therapeutic Exercise – Treatment Planning for Progression. United States of America: Saunders Elsevier. 172-203.

Calais-Germain, B. 1993. Anatomy of movement. 13. Seattle: Eastland Press.

Candow, DG. & Burke, DG. 2007. Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. The Journal of Strength and Conditioning Research 21, 204–207.

Chodzko-Zajko, WJ., Proctor, DN., Fiatarone Singh, MA., Minson, CT., Nigg, CR., Salem, GJ. & Skinner, JS. 2009. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and science in sports and exercise* 41(7): 1510-1530.

Eriksson, P. & Koistinen, K. 2005. *Monenlainen tapaustutkimus*. Kerava: Kuluttajatutkimuskeskus.

Erämetsä, T. & Laakko, E. 2001. Kuntosaliharjoittelu. Teoksessa P. Asmussen, H. Montag, J. Ahonen, M. Heinonen, S. Pehkonen, T. Lahtinen-Suopanki, K. Vestervik, M. Leppänen & T. Mäkelä (toim.) *Lihashuolto*. Lahti: VK-Kustannus Oy. 95-230.

Erätuuli, M., Leino, J. & Yli-Luoma, P. 1994. *Kvantitatiiviset analyysimenetelmät ihmistieteissä*. Helsinki: Kirjayhtymä.

Footscan – kävelyn ja tasapainon analysointiin. 2010. Hakupäivä 14.4.2010. <http://www.megaemg.com/index.jsp?pid=143>. MEGA

Fleck, SJ. 1999. Periodized strength training: a critical review. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 13, 82–89.

Fleck, SJ. & Kraemer, WJ. 2004. *Designing Resistance Training Programs*. 3.painos. Champaign: Human Kinetics.

Fry, C. & Newton, R. 2002. A brief history of strength training and basic principles and concepts. Teoksessa J. Dziados, S. Fleck, H. Hasegawa, K. Häkkinen & W. Kraemer (toim.) *Strength training for sport*. Lontoo: Blackwell Science Ltd. 9-25.

Fysioterapia ammattina. 2010. Hakupäivä 30.12.2010. http://www.suomenfysioterapeutit.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=64&Itemid=

55

Gastwirth, B. 1996. Biomechanical examination of the foot and lower extremity. Teoksessa R. Berenter, R. Blake, R. Bogdan, N. Bumbo, J. Denton, H. Ferguson, E. Fuller, L. Jones, K. Kirby, D. Kosai, J. Losito, I. Minkowsky, R. Minkowsky, J. Morris, W. Olson, P. Scherer, M. Seibel, L. Smith, C. Southerland, R. Volpe, J. Wernick, S. White & R. Valmassy (toim.) Clinical biomechanics of the lower extremities. Yhdysvallat: Mosby. 131-148.

Haapalainen, J., Hautala, A., Perttunen, J. & Vilponen, M. 2002. Biomekaaninen tutkimus. Teoksessa J. Ahonen, M. Fogelholm., S. Immonen, L. Jansson, J. Kangas, R. Laukkanen, M. Sandström, T. Ström & M. Tossavainen (toim.) Alaraajojen rakenne, toiminta ja kävelykoulu. Jyväskylä: Gummerus. 51-74.

Hervonen, A. 2001. Tuki- ja liikuntaelimestön anatomia. 6. Tampere: Virtaset.

Hervonen, A. & Nienstedt, W. 2000. Lääketieteellinen ammattisanasto. 10. Tampere: Virtaset.

Hickson, R. C., Hidaka, K. & Foster. C. 1994. Skeletal muscle fiber type, resistance training, and strength-related performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 26, 593–598.

Hirsjärvi, S. 2007. Tieteelliselle tutkimustyölle asetetut vaatimukset. Teoksessa P. Remes & P. Sajavaara (toim.) Tutki ja kirjoita. 13.painos. Helsinki: Tammi. 126–136.

Hirsjärvi, S. 2009. Metodologiset ja teoreettiset lähtökohdat. Teoksessa P. Remes & P. Sajavaara (toim.) Tutki ja kirjoita. 15.painos. Helsinki: Tammi. 123-186.

Hughes, T. & Rochester, P. 2008. The effects of proprioceptive exercise and taping on proprioception in subjects with functional ankle instability: A review of the literature. *Physical Therapy in Sport* 9, 136 – 147.

Joensuu, J. & Liukkonen, I. 2004. Jalkaterän virheasennot. Teoksessa J. Ahonen, M. Kantola, M. Kruus-Niemelä, S. Kukkonen, M. Luther, M. Nissén, S. Orava, R. Saarikoski, I. Salonen, J. Valvanne & O. Virrantaus (toim.) Jalat ja terveys. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 561-577.

Jonson, S.R. & Gross, M.T. 1997. Intraexaminer reliability, interexaminer reliability, and mean values for nine lower extremity skeletal measures in healthy naval midshipmen. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* (25) 4, 253-263.

Kaltenborg, F. & Evjenth, O. 1986. Raajojen nivelten manuaalinen mobilisointi. Helsinki: Parmed.

Kananen, J. a 2008. Kvantti: Kvantitatiivinen tutkimus alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kananen, J. b 2008. Kvali: Kvalitatiivisen tutkimuksen teoria ja käytänteet. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kapandji, I. 1997. Kinesiologia Osa 2 : Alaraajojen nivelten toiminta. Laukaa: Medirehab.

Kaya, F. & Yuktasir, B. 2007. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *Journal of bodywork and movement therapies* 13 (1), 11-21.

Keskinen, E. 2002. Taitojen oppiminen ja opettaminen. Teoksessa Niemi, P. & Keskinen, E. (toim.) *Taitavan toiminnan psykologia*. Helsinki: Hakapaino Oy. 41–115.

Kilmurray, S., Mason, D., 2006. Concepts in Exercise Rehabilitation. Teoksessa A. Birch, E. Brayshaw, G. Brook, K. Carne, A. Carter, A. Chambers, Y. Coldron, E. Court, S. Davies, S. Dean, A. Dyson, S. Enright, G. Evans, L. Gaskell, J. Goodacre, R. Hawkes, R. Lea, A. Lewis, J. Mead, P. Mills, J. Moore, J. O’Hea, S. Porter, A. Price, J. Richards, D. Sidney, C. Smith, I. Stewart, R. Thomas, J. Todd, K. Vits & P. Walsh (toim.) *Tidy’s physiotherapy*. 13.painos. Alankomaat: Elsevier, 471-504.

Konin, JG. & Brader, H. 2006. *Special Tests for Orthopedic Examination*. 3.painos. New Jersey: Slack Inc.

Krause, K. & Kiiikkala, I. 1996. *Hoitotieteellisen tutkimuksen peruskysymyksiä*. Helsinki: Kirjayhtymä Oy.

Lyytinen, H. 1991. Uskomuksista tietoon. Fysioterapiatutkimuksen lähestymistapojen ja menetelmien esittely. Helsinki: Suomen Lääkintävoimistelijaliitto. 87 – 98.

Myers, J., Wassing, C. & Lephart, S. 2006. Sensorimotor contribution to shoulder stability: Effect of injury and rehabilitation. *Manual Therapy* 11 (2006)197-201.

McNair, P., Dombroski, E., Hewson, D., Stanley, N. & Stephen, N. 2001. Stretching at the ankle joint: viscoelastic responses to holds and continuous passive motion. *Medicine and science in sports and exercise* 33 (3), 354 – 358.

Moore, K. & Dalley, A. 2006. *Clinically oriented anatomy*. 5. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

Mylläri, J. 2003. *Ihmiskehon anatomiaa*. 3. Vaasa: WSOY.

Niemi, A. 2008. *Menestyjän kuntosaliharjoittelu ja ravitsemus*. 2. Jyväskylä: Docendo.

Pajala, S., Sihvonen, S. & Era, P. 2003. Asennonhallinta ja havaintomotorinen kyvykkyys. Teoksessa Heikkinen, E. & Rantanen, T. *Gerontologia*. Tampere; Tammer-Paino. 123-142.

Peterson, L., Renström, P., Koistinen, J. 2002. Kehon eri osien urheiluvammat. J. Ahonen, O. Airaksinen, J-P. Keurulainen, A. Lehtinen, J. Mattsson, H. Miettinen, M. Read, M. Rusanen, T. Seppälä & H. Tikkanen (toim.) *Urheiluvammat: ennaltaehkäisy, hoito ja kuntoutus*. 5. Jyväskylä: VK-kustannus. 189–455.

Platzer, W. 2004. *Color atlas and textbook of human anatomy. Locomotor system*. 5. Stuttgart ; New York: Thieme.

Pohjolainen, T. 2009. Nilkan ja jalkaterän sairaudet. Teoksessa J. Arokoski, H. Alaranta, J. Salminen & E. Viikari-Juntura (toim.) *Fysiatría*. Helsinki: Duodecim. 215–224.

Putz, R. & Pabst, R. 2006. *Sobotta: Atlas of Human Anatomy*. 14. Munich: Elsevier GmbH.

Saari, M., Lumio, M., Asmussen, P., & Montag, H-J. 2009. Käytännön lihashuolto: warm up, cool down, venyttely, hieronta, urheiluhieronta ja teippaus. Lahti: VK-Kustannus.

Saarikoski, R. 2004. Toiminnallinen harjoittelu. Teoksessa J. Ahonen, J. Joensuu, M. Kantola, M. Kruus-Niemelä, S. Kukkonen, I. Liukkonen, M. Luther, M. Nissén, S. Orava, I. Salonen, J. Valvanne & O. Virrantaus (toim.) Jalat ja terveys. Helsinki: Duodecim. 478–486.

Salonen, J. Liukkonen, I. & 2004. Jalkaterän virheasennot. Teoksessa J. Ahonen, J. Joensuu, M. Kantola, M. Kruus-Niemelä, S. Kukkonen, M. Luther, M. Nissén, S. Orava, R. Saarikoski, I. Valvanne & O. Virrantaus (toim.) Jalat ja terveys. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 523–535.

Saresvaara-Virtanen, M. & Ojala, B. 1994. Nivelten ja lihasten fysioterapia: trigger-kivut ja toiminnallinen anatomia. Tampere: Finnpublishers.

Sekir, U., Yildiz, Y., Hazneci, B., Ors, F. & Aydin, T. 2007. Effect of isokinetic training on strenght, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy 15 (5), 654–664.

Schmidt, R. & Wrisberg, C. 2004. Motor learning and performance. 3. Leeds. Human kinetics.

Stone, M. H., O'Bryant, H., Garhammer, J., McMillan, J. & Rozenek, R. 1982. A theoretical model of strength training. NSCA J. 4, 36–39.

Suomen fysioterapeutit. 2010. Hakupäivä 30.12.2010.
http://suomenfysioterapeutit.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=64&Itemid=55

Talvitie, U., Karppi, S-L. & Mansikkamäki, T. 1999. Fysioterapia. Helsinki: Edita.

Valli, R. 2001. Johdatus tilastolliseen tutkimukseen. Jyväskylä: PS.

Vienola, V. 2004. Videoiden käyttö tutkimuksen apuvälineenä. Hakupäivä 22.10.2010
<http://sokl.joensuu.fi/verkkojulkaisut/tutkivaope/vienola.htm>.

Vilkka, H. 2006. Tutki ja havainnoi. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Virrantaus, O., Liukkonen, I. 2004. Jalkaterän toimintojen biomekaaniset poikkeamat ja niiden hoitoperiaatteet. Teoksessa J. Ahonen, J. Joensuu, M. Kantola, M. Kruus-Niemelä, S. Kukkonen, M. Luther, M. Nissén, S. Orava, R. Saarikoski, I. Salonen & J. Valvanne (toim.) Jalat ja terveys. Helsinki: Duodecim. 223-235, 364-378.

Walker, B. 2007. The Anatomy of stretching. Chichester: Lotus Publishing.

Ylinen, J. 2006. Venytysharjoittelu: ohjeet ja kuvasto. Muurame: Medirehabook.

LIITTEET

Liitteiden sisällys

LIITE 1. Kyselylomake.....	75
LIITE 2. Taustamuuttujien mittauslomake.....	76
LIITE 3. Harjoittelupäiväkirja.....	77
LIITE 4. Harjoitteluohjelmat 1, 2 ja 3.....	78
LIITE 5. Suostumuslomake.....	81



Fysioterapeuttinen kyselylomake

Lomakkeen tarkoituksena on kartoittaa jalkasi kohdistuvaa kuormitusta ja sen vaihtelua päivittäisissä toimissa sekä oireita ja odotuksianne harjoittelua ajatellen. Vastaathan kysymyksiin mahdollisimman huolellisesti. Pyydämme sinua lähettämään täytetyn lomakkeen osoitteeseen o8hojo00@students.oamk.fi tai o8pojoy00@students.oamk.fi.

Nimi:

Ikä:

Pituus:

Paino:

Työ/ammatti:

Milloin sinulle on diagnosoitu madaltuneet jalkaterän kaarirakenteet (pes planus)?

Onko sinulla ollut oireita alaraajoissa tai selässä ja jos on niin millaisia oireet ovat olleet?

Milloin viimeksi oireita on ollut?

Kuvaile millaista raskautta jalkateräsi kohdistuu a) työssä, b) harrastuksissa ja c) muussa päivittäisessä liikkumisessa?

a)

b)

c)

Millaisia kenkiä (lenkkarit, vapaa-ajankengät, korkokengät jne.) käytät yllä mainituissa yhteyksissä?

a)

b)

c)

Teetkö säännöllisesti jotakin jalkateriin liittyvää harjoitteluohjelmaa? Jos teet, niin mitä harjoitteita ja miten paljon olet niitä tehnyt?

Käytätkö tai oletko käyttänyt tukipohjallisia tai joitakin muita tukia alaraajoissa? Jos käytät niin millaista hyötyä tai haittaa niistä on ollut?

Mitä odotat harjoitusjaksolta?

LIITE 2. Taustamuuttujien mittauslomake (Joensuu & Liukkonen 2004, 230, 569; Gastwirth 1996, 136–141).

Tutkittava:

Mittauspäivä ja kellonaika:

Mittauksen kohde	Normaali nivelen liikkuvuus, nivelen asennon kulma tai arviointikeino	Mittauksessa mitattu nivelen liikkuvuus tai nivelen asennon kulma		Muut havainnot
		Vasen jalkaterä	Oikea jalkaterä	
Varpaiden virheasentoja: vasara-, nuija- ja koukkuvarpaisuus	Arvioidaan inspektion keinoin (kriteerillä on tai ei)			
Metatarsalien passiivinen liikkuvuus toistensa suhteen	Arvioidaan palpaation ja inspektion keinoin (asteikolla 1–3) 1 jäykkä, 2 liikkuva, 3 löysä			
Subtalaarinivelen inversio / eversio	36°	Akt. Pass.	Akt. Pass.	
Talocruraalinivelen dorsifleksio	20–30°	Akt. Pass.	Akt. Pass.	
Luonnollinen kulma				
Talocruraalinivelen plantaarifleksio	40–50°	Akt. Pass.	Akt. Pass.	
Talocruraalinivelen dorsaalifleksio, polvi fleksiassa	40–50°	Akt. Pass.	Akt. Pass.	
2–5 metatarsophalangealinivelen fleksio	40°	Akt. Pass.	Akt. Pass.	
2–5 metatarsophalangealinivelen ekstensio	60–80°	Akt. Pass.	Akt. Pass.	
Ensimmäisen metatarsophalangealinivelen dorsifleksio	80–90°	Akt. Pass.	Akt. Pass.	
Ensimmäisen metatarsophalangealinivelen plantarifleksio	45°	Akt. Pass.	Akt. Pass.	
Ensimmäisen metatarsophalangealinivelen valgiteetti	10–15°			

Wind lass

Seurataan testin aikana inspektiolla nousevatko jalkaterän pitkittäiset kaarirakenteet

Kyllä / Ei

Kyllä / Ei

LIITE 3. Harjoittelupäiväkirja

Harjoittelupäiväkirja

Ajalla 26.4 – 18.6.2010

Nimi:

1 = Kevyt harjoittelu, lihastuntemus ei eronnut harjoittelun alun ja lopun välillä

2 = Keskiraskas harjoittelu, lihakset olivat rasittuneet harjoittelun jälkeen

3 = Raskas harjoittelu, harjoittelun lopussa lihakset olivat erittäin rasittuneet

Merkitse rastilla harjoittelupäivät ja kirjaa tuntemukset harjoittelun kuormittavuudesta yllä olevaa taulukkoa apuna käyttäen.

Viikko	Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							



Harjoitteluohjelma joustavan jalkaterän madaltuneille kaarirakenteille

Alla ovat harjoitteet ja ohjeistus harjoitteiden suorittamiseksi. Kunkin harjoitteen kohdalla on esitetty harjoitusohjelmat 1., 2. ja 3. Harjoittele harjoitusohjelma 1. mukaisesti viikoilla 17–19, harjoitusohjelma 2. mukaisesti viikoilla 20–22 ja harjoitusohjelma 3. mukaisesti viikoilla 23–24. Tee venytysharjoitukset jokaisella harjoitusviikolla samalla tavalla.

Tee alkuverryttelynä kymmenen nilkan pyöritystä molempiin suuntiin molemmilla jaloilla.



1. Varpaiden haritus (m. abductor hallucis, m. abductor digiti minimi, m. flexor digiti minimi brevis ja m. interossei dorsales pedis). Istu tuolilla jalkapohjat tukevasti lattiassa. Loitonna varpaita mahdollisimman etäälle toisistaan. Varpaiden tulee pysyä alustaa vasten koko liikkeen ajan.

Harjoitusohjelma 1. Tee varpaiden harituksia 2 x 50 toistoa.

Harjoitusohjelma 2. Kierrä kuminauha varpaiden ympäri ja tee varpaiden harituksia 3 x 20 toistoa.

Harjoitusohjelma 3. Kierrä kuminauha varpaiden ympäri ja tee varpaiden harituksia 3 x 12 toistoa ja pidä varpaiden loitonnusta yllä 3 sekuntia.

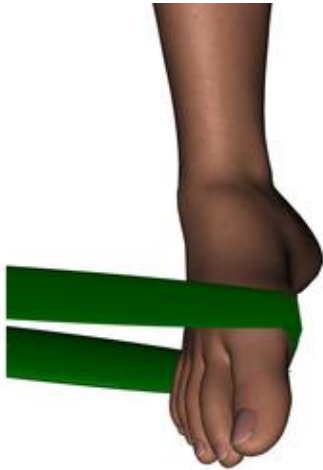


2. Jalkaterän poikittaiskaaren kohotus (m. adductor hallucis, m. adductor digiti minimi ja mm. interossei plantares pedis). Jännitä jalkapohjan lihaksia niin, että päkiään muodostuu kuppi eli jalkapohja painuu päkiän keskikohdasta sisäänpäin.

Harjoitusohjelma 1. Tee jalkaterän poikittaiskaaren kohotusta istuen 2 x 50 toistoa harjoitettava jalkaterä sylissä. Voit avustaa liikettä painamalla päkiän keskikohtaa sormillasi.

Harjoitusohjelma 2. Tee jalkaterän poikittaiskaaren kohotusta istuen 3 x 20 toistoa harjoitettava jalkaterä maassa.

Harjoitusohjelma 3. Tee jalkaterän poikittaiskaaren kohotusta seisten 3 x 12 toistoa harjoitettava jalkaterä maassa.



3. Nilkan ojennus ja sisäkierto (m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus, m. plantaris, m. soleus, m. gastrocnemius). Istu tuolilla kantapäätä alustalla vastuskuminauha asetettuna jalkaterän etuosan ympärille. Kiinnitä kuminauha toisesta päästä esimerkiksi pöydänjalkaan kiinni. Jalkaterää kierretään alustaa pitkin sisäänpäin vastustaen kuminauhalla. Polvi ei saa kiertyä liikkeessä.

Harjoitusohjelma 1. Tee 2 x 50 toistoa.

Harjoitusohjelma 2. Tee 3 x 20 toistoa kireämmällä vastuksella.

Harjoitusohjelma 3. Tee 3 x 12 toistoa kireimmällä vastuksella.



4. Nilkan ojennus ja ulkokierto (m. peroneus longus & m. peroneus brevis, m. flexor hallucis longus, m. plantaris, m. soleus, m. gastrocnemius). Istu tuolilla tai lattialla polvet ja nilkat koukistettuina, vastuskuminauha asetettuna molempien jalkaterien etuosan ympäri. Ojenna nilkat suoriksi ja kierrä jalkaterää alustaa pitkin ulospäin kuminauhaa vastaan. Polvi ei saa kiertyä liikkeessä.

Harjoitusohjelma 1. Tee 2 x 50 toistoa.

Harjoitusohjelma 2. Tee 3 x 20 toistoa kireämmällä vastuksella.

Harjoitusohjelma 3. Tee 3 x 12 toistoa kireimmällä vastuksella.



5. Varpaiden koukistus (m. flexor digitorum longus ja brevis, m. flexor digitorum brevis, mm. interossea dorsales ja plantares pedis, m. flexor digiti minimi brevis, m. flexor hallucis brevis ja longus, mm. lumbricales, m. quadrates plantae, m. abductor hallucis, m. abductor digiti minimi). Istu tuolilla jalkapohjat tukevasti alustalla. Koukista varpaat voimakkaasti ja palaa alkuasentoon.

Harjoitusohjelma 1. Tee rauhallisesti lattiaa pitkin 2 x 50 toistoa.

Harjoitusohjelma 2. Kerää kuivaa pyyhettä varpailasi ja tee 3 x 20 toistoa.

Harjoitusohjelma 3. Kerää märkää pyyhettä varpailasi ja tee 3 x 12 toistoa.



6. Venytys kaksoiskantalihakselle (m. gastrocnemius). Nosta venytettävän pohkeen jalkaterä pystyyn seinää vasten ja pidä kantapää tiukasti maassa. Pidä polvi suorana ja työnnä lantiota kohti seinää, kunnes tunnet venytyksen polvitaipteen alapuolella, pohkeen yläosassa. Venytys pysäytetään ennen kipurajaa. Venytä kumpaakin pohjetta 2 x 60 sekunnin ajan.



7. Venytys leveälle kantalihakselle (m. soleus). Asetu polvillesi ja nosta venytettävän pohkeen jalkaterä polven viereen. Siirrä ylävartalon painoa venytettävän alaraajan päälle ja pidä kantapää kiinni alustalla. Venytys tuntuu akillesjänteen yläpuolella, pohkeen alaosassa. Venytys pysäytetään ennen kipurajaa. Venytä kumpaakin pohjetta 2 x 60 sekunnin ajan.



8. Venytys varpaiden ojentajille (m. extensor digitorum longus ja brevis, m. extensor hallucis longus ja brevis). Istu tuolin etureunalla ja vie venytettävän alaraajan jalkaterä ojennettuna tuolin alle. Jännitä etureittä siten, että saat venytyksen tuntumaan nilkan kohdalla. Venytys pysäytetään ennen kipurajaa. Venytä varpaita 2 x 60 sekunnin ajan.



Kutsu

Teemme tutkimusta lihasvoimaharjoittelun vaikutuksista madaltuneisiin kaarirakenteisiin. Kiinnostuimme aiheesta vaivan yleisyyden ja sen kokonaisvaltaisen vaikutuksen vuoksi ihmisen tuki- ja liikuntaelinjärjestelmään. Aikaisemmilla tutkimuksilla on saatu viitteitä, että jalkaterän madaltuneisiin kaarirakenteisiin voidaan vaikuttaa lihasvoimaharjoitteiden avulla.

Tavoitteenamme on saada tietoa siitä, kuinka 8 viikon mittaisella harjoittelujaksolla voidaan saada muutosta madaltuneisiin kaarirakenteisiin. Tiedon avulla voimme kehittää fysioterapian työmuotoja. Aineisto kerätään haastattelulomakkeen, fysioterapeuttisen tutkimuksen, mittauksen ja harjoittelupäiväkirjan avulla. Harjoittelujakso suoritetaan 26.4.–18.6.2010 välisenä aikana. Kontaktiker-toja on viisi ja itsenäistä harjoittelua joka toinen päivä. Tutkimushenkilöt saavat käyttöönsä sekä harjoitusohjelmat että muun tarvittavan materiaalin. Tutkimus suoritetaan Oulun seudun ammatti-korkeakoulujen tiloissa, sosiaali- ja terveysalan (Professorintie 5, 90220 Oulu) sekä tekniikan (Kotkantie 1, 90250 Oulu) yksikössä. Tapaamme ensimmäisen kerran 26.4.2010 klo 17.00 tekniikan yksikön pääaulassa. Varaathan mukaan shortsit.

Osallistujat voivat halutessaan saada omat tutkimustulokset sähköpostitse. Opinnäytetyöraportti on kokonaisuudessaan luettavissa Oulun seudun ammattikorkeakoulun Theseus-verkkokirjastossa.

Toivomme sinun kiinnostuvan aiheestamme ja osallistuvan siihen omalla panoksellasi. Vastaa-han haastattelulomakkeeseen 23.4.2010 mennessä. Voit lähettää fysioterapeuttisen haastattelu-lomakkeen täytettynä osoitteeseen o8hojo00@students.oamk.fi tai o8poijy00@students.oamk.fi. Ota lisäksi tämä kutsu allekirjoitettuna mukaasi ensimmäiselle tapaamiskerralle.

Opinnäytetyön kohderyhmässä oleminen on täysin vapaaehtoista. Yksityisiä henkilöitä ei voi tunnistaa raportista, eikä heidän nimeään tulla julkaisemaan ilman asianomaisen lupaa missään vaiheessa.

Suostun osallistumaan edellä mainittuun kohderyhmään omalla vastuullani.

Aika ja paikka

Allekirjoitus ja nimenselvennys

Kiitämme yhteistyöstä jo etukäteen!

Kevätterveisin,
Fysioterapiaopiskelijat
Joni Honkaniemi & Jyrki Poikela