

Toimintakertomus 2016

LIKELABORATORIO – 3D kävelyanalyysit

Tuula Niemelä, Essi Marttinen Rossi, Juha-Pekka Kulmala,
Jussi Nurminen, Harri Piitulainen, Helena Mäenpää

Sisällys

Yksikön esittely	3
Potilaat	3
Kliiniset tutkimukset	4
3D-kävelyanalyysi	4
Spastisuus- ja liikelaajuusmittaukset	5
Manuaaliset ja isometriset lihasvoimamittaukset	5
Tasapainomittaukset	6
Kävelyanalyysin käyttö	6
Kansainvälinen yhteistyö	11
Uutta vuonna 2016	11
Kehittämisen- ja tutkimustyö	12

Yksikön esittely

Liikelaboratorion tehtävänä on tuottaa 3D-kävelyanalyyskejä, joita hyödynnetään neurologisen ja ortopedisen potilaan hoidon suunnittelussa ja seurannassa. 3D-kävelyanalyysissä arvioidaan kehoon kohdistuvia voimia, nivelten liikelaajuuksia sekä lihasten toimintaa kävelyn aikana. Lisäksi yksityiskohtaisen ja objektiivisen kävelyanalyysin tulosten avulla pystytään estämään myös virhearvioita esim. leikkaushoidossa ja ortoosien valinnassa. Laboratorio on Suomen ainoa kliinisiä 3D-kävelyanalyyskejä tekevä yksikkö, jolla kokemusta 3D-tekniikan hyödyntämisestä kävelyn tutkimisessa on vuodesta 1999 alkaen.

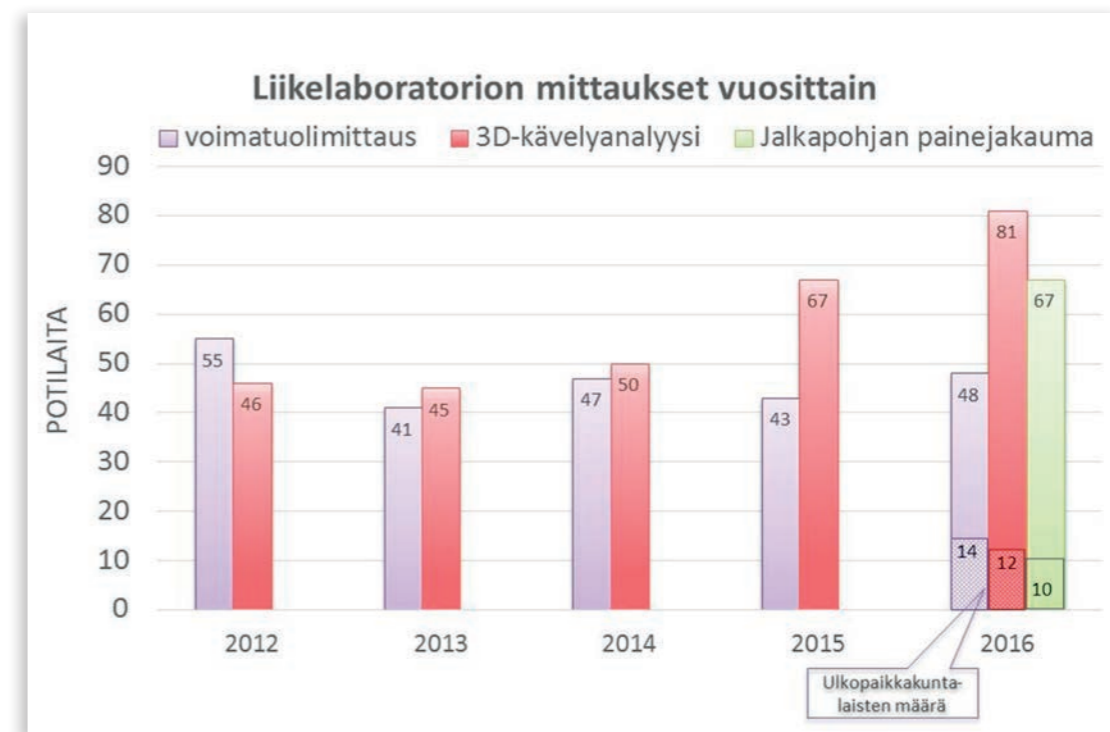
Liikelaboratoriossa työskentelee moniammatillinen työryhmä, johon kuuluu lastenneurologia, ortopediä, fysioterapeutteja, laboratorioinsinööriä ja biomekaniikan asiantuntijoita. Potilasta tehtyjä mittauksia analysoidaan viikoittaisissa kokouksissa, joissa moniammatillinen ryhmä

täydentyvät neurofysiologilla, toimintaterapeuteilla ja sairaanhoitajilla. Toisena moniammatillisena työmuotona ovat neuro-ortopediset kokoukset.

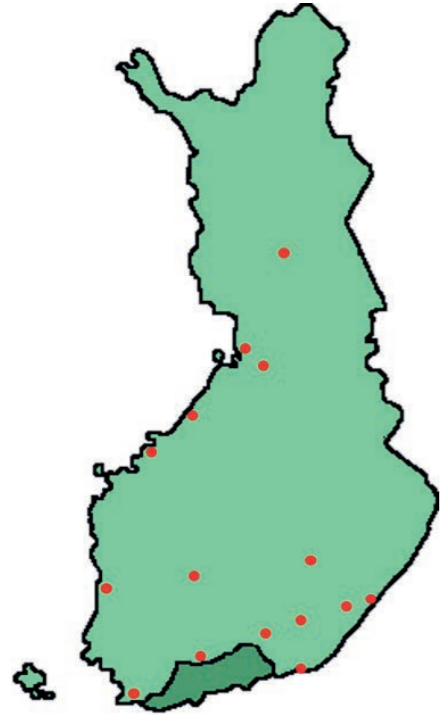
1.1 Potilaat

Liikelaboratoriossa vuonna 2016 tutkittiin 100 potilasta, joista 15 tuli HUS:n ulkopuolelta. Tutkimusten määrä on lisääntynyt vuosittain. Lisäys näkyy sekä lihasvoima- että kävelyanalyysimittauksissa, joita oli yhteensä 129 (vuonna 2015 tutkimuksia tehtiin yhteensä 110). Uutena tutkimuksena otettiin käyttöön jalkapohjan paineja-kaumamittaustutkimus, joita tehtiin 67.

Liikelaboratoriossa mitatuista potilaista 85 %:lla oli CP-diagnosi. Muita diagnooseja olivat meningomyelosee, polyneuropatia, spastinen parapareesi, varvastus, kömpelyys, skolioosi tai jokin muu neuro-ortopedinen diagnosi.



Kuva 1. Potilasmäärät vuonna 2016



Kuva 2. HUS:n ulkopuolelta tuli vuonna 2016 yhteensä 15 potilasta

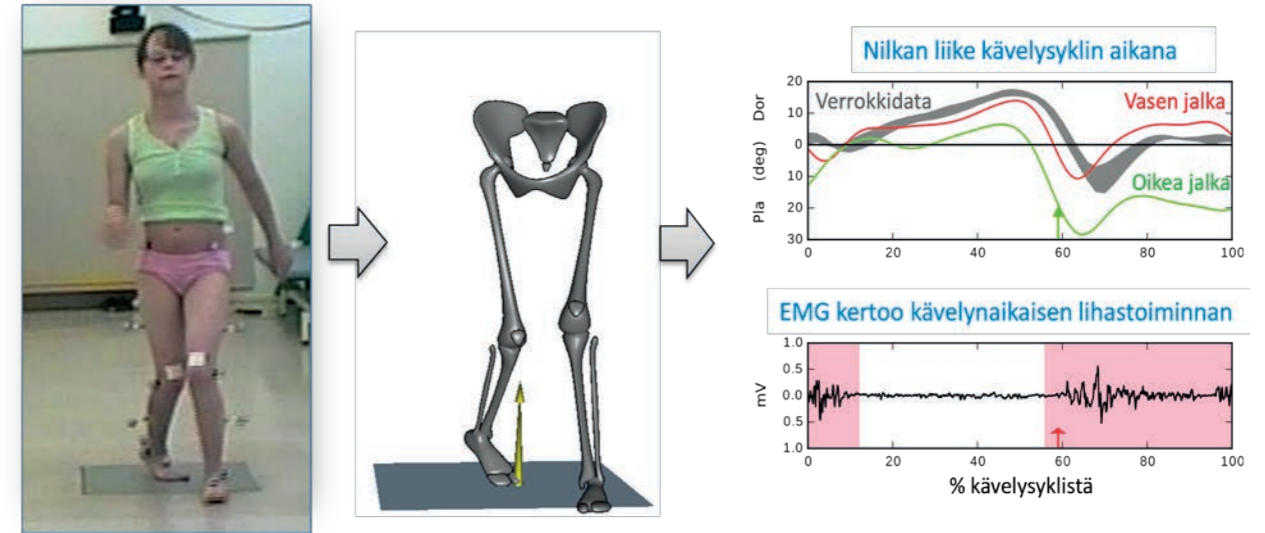
Kliiniset tutkimukset

3D-kävelyanalyysi

Kävelykyvyn arviointi ja kävelyn poikkeavuuksien tunnistaminen ovat keskeinen osa fyysisen toimintakyvyn arviointia useissa tuki- ja liikuntaelin- sekä erityisesti neurologisissa sairauksissa. Objektiviivinen ja tarkka kävelyn arviointi tehdään tietokonepohjaisella 3D-liikeanalyysillä (kuva 3), joka sisältää nivelten liikkeiden kolmiulotteisen mallintamisen (kinematiikka), kehoon kohdistuvien reaktiivoimien analyysin (kinetiikka) sekä pääliharyhmien aktivoitumisen (elektromyografia, EMG), energian kulutuksen ja jalkaterän painekuormituksen mittaukset (kuva 4). 3D-liikeanalyysiä hyödynnetään mm. hoito- ja kuntoutusmuotojen oikea-aikaisessa suunnittelussa ja toimenpiteiden tuloksellisuuden seuraamisessa, silloin kun tarvitaan tarkkaa tietoa kävelyn biomekaniikasta.

3D-liikeanalyysiä voidaan hyödyntää esimerkiksi, kun

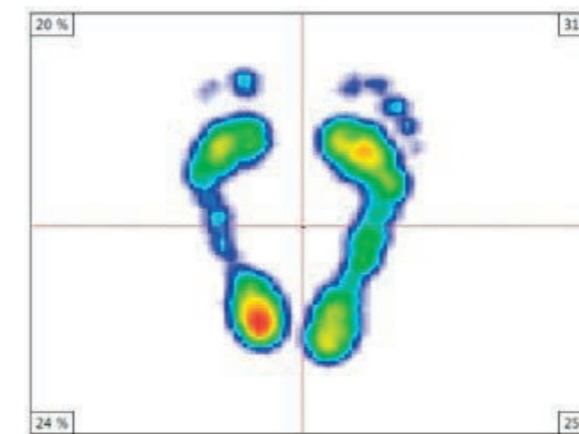
- tarvitaan yksityiskohtaisempaa kävelyn ongelman selvittämistä tai kävelyn kehityksen seuranta
- harkitaan kirurgista korjausta merkittäviin alaraajojen virheasentoihin tai kävelykyvyn parantamiseksi
- suunnitellaan optimaalista alaraajan tukiratkaisua
- arvioidaan objektiivisesti eri toimenpiteiden (esim. spastisuushoidon tai kuntoutusintervention) vaikutuksia kävelyyn.



Kuva 3. 3D-liikeanalyysillä kävelystä luodaan biomekaaninen malli, jolla yhdistetään nivelpisteiden koordinaatit, henkilön antropometriset parametrit ja reaktiivoimatieto. Analyysi tuottaa tarkkaa tietoa esimerkiksi kehon eri segmenttien liikeradoista sekä lihasten tuottamista nivelmomenteista ja -tehoista.

3D-kävelyanalyysiin kuuluu lisäksi jalkapohjan kuormitusmittaus kävelyssä ja seisoma-asennossa. Tämä tieto on usein tarpeellinen jalkateräongelmissa, jotta tukien ja ortoosien valinta

sekä hoidon suunnittelu pystytään suorittamaan parhaalla mahdollisella tavalla. Jalkapohjan eri osien kuormitusta mitataan painelevyllä (kuva 4).

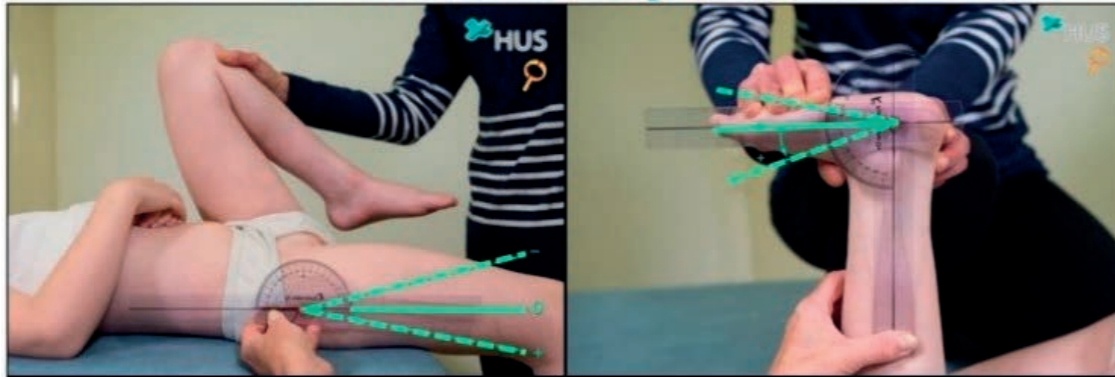


Kuva 4. Jalkapohjan painekartta paljastaa jalkaterän eri osien kuormituksen kävelyssä ja seisoma-asennossa.

Spastisuus- ja liikelaajuusmittaukset

Kävelyanalyysimittauksen yhteydessä suoritetaan myös lihasvoimaa, spastisuutta, nivelten liikelaajuuksia ja tasapainoa mittaavia testejä.

Lihasten spastisuutta ja nivelten liikelaajuuksia arvioidaan kliinisillä testeillä (kuva 5).



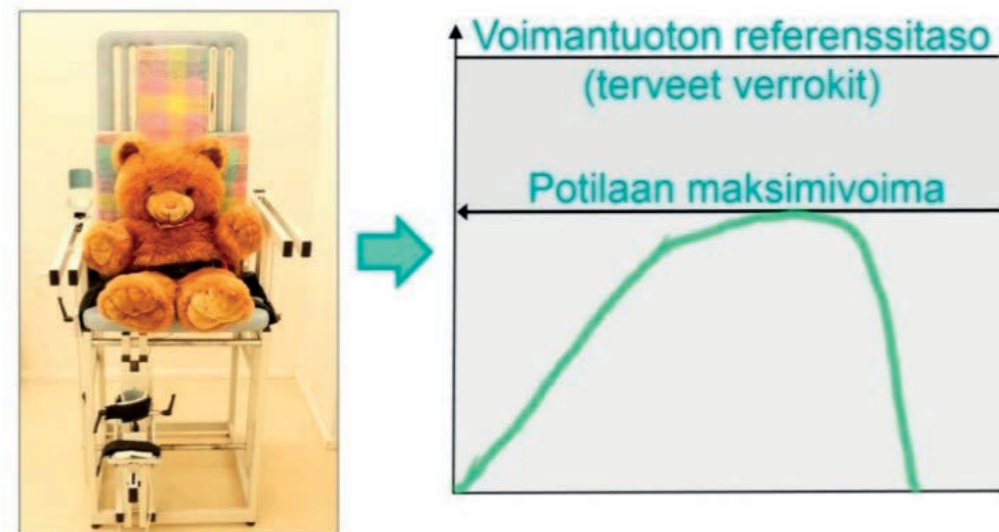
Kuva 5. Nivelten liikelaajuusmittaukset suoritetaan monipuolisen testipatteriston mukaisesti. Linkki YouTube-videoon: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLCZrYviq-26FeQEOPIL2bt2ldWvGf2ke>

Manuaaliset ja isometriset lihasvoimamittaukset

Monissa liikuntavammoissa lihasten heikkous vaikeuttaa kävelyä. Lihasvoiman kehittymistä seurataan säännöllisesti, koska liikuntavammoilla lapsilla se kehittyy usein heikosti suhteessa

kasvuun. Lihasten voimantuottoa arvioidaan sekä manuaalisilla testeillä että isometrisillä lihasvoimamittauksilla voimatuolissa (kuva 6).

Voimamittaustuoli



Kuva 6. Voimatuolia käytetään polven ja nilkan ojentaja- ja koukistajalihashasten voimatason objektiiviseen määrittämiseen. Mitatut arvot suhteutetaan ensin henkilön kehon painoon ja sen jälkeen terveiden verrokkien referenssitason.

Tasapainomittaukset

Tasapainotesteillä voidaan arvioida pystyasennon hallintaa. Testi suoritetaan painelevyllä, jolla mitataan huojunnan määrää erilaisissa seisoma-asennoissa (kuva 7).

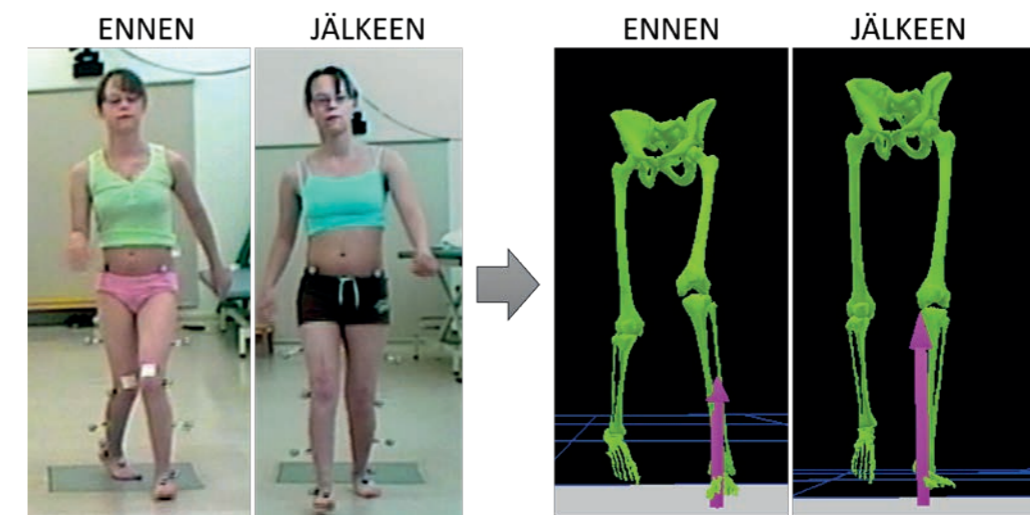


Kuva 7. Tasapainomittaus painelevyllä.

Kävelyanalyysin käyttö

3D-kävelyanalyysiä tarvitaan erityisesti CP-vammaisten lasten ortopedisten leikkausten, botuliinitoksiinihoitojen, kuntoutuksen ja alaraajatukien suunnittelussa ja hoidon seurannassa. Poikkeavan kävelyn pääongelman selvittäminen 3D-kävelyanalyysillä mahdollistaa tarkoituksenmukaisen kuntoutus- ja hoitoratkaisujen (esimerkiksi lihasvoimaharjoittelu, venyttely, sähköstimulaatio, kokovartalovibraatio, kävelymatto, botuliinitoksiini) valinnan oikea-aikaisesti.

Kävelevien CP-vammaisten lasten leikkausarviointien tulisi perustua kliinisen tutkimuksen lisäksi kvantitatiiviseen kävelyanalyysiin (kuva 8). Kävelyanalyysin käyttö tarkentaa leikkaussuunnitelmia ja vähentää turhien toimenpiteiden määrää. Hyödyttömiä toimenpiteiden määrän väheneminen on ensisijaisesti potilaan etu, mutta samalla se säästää perheiden voimavaroja ja terveydenhuollon kustannuksia. Kokemukset ja tutkimustulokset viittaavat siihen, että kävelyanalyysituloksia hyödyntämällä leikkaustulokset ovat parempia.



Kuva 8. 3D-liikeanalyysi potilaan kävelystä ennen ja jälkeen monitasoleikkauksen.



Kuva 9. Tukien vaikutus kävelyn.

3D-Kävelyanalyysiä käytetään myös alaraajan tukiratkaisujen suunnitteluun ja niiden toimivuuden seurantaan liikuntavammaisilla lapsilla. Näin

saadaan yksityiskohtaista tietoa siitä, miten alaraajatuet vaikuttavat ja korjaavat jalkaterän virheasentoja seisnessä ja kävellessä (kuva 9).



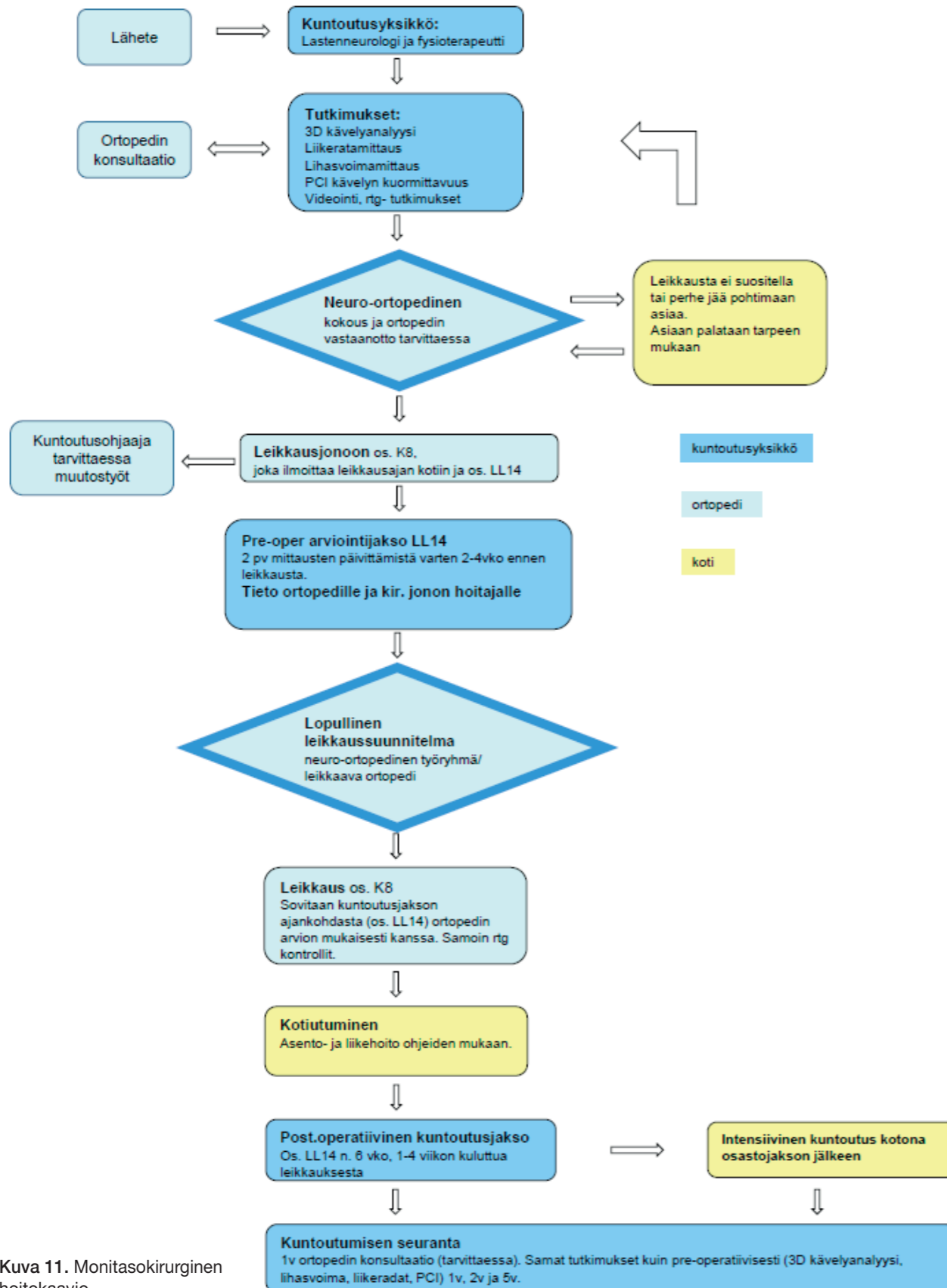
Kuva 10. Kokovartalovibra- ja kävelymattoharjoittelua

Eriytynyt hyöty 3D-kävelyanalyysistä tulee monitasokirurgian alueelle, jota HUS:ssa on kehitetty määrätietoisesti yli 10 vuoden ajan. Yksittäisten ortopedisten leikkausten määrä CP-lapsilla on vähentynyt 20 vuoden aikana huomattavasti joutuen sekä hoito- että kuntoutusinterventioiden kehittymisestä ja erityisesti järjestelmällisestä neuro-ortopedisten alaraaja-toimenpiteiden seurannasta. Nykykäytännön mukaisesti monitasokirurgiassa alaraajojen virheasennot pyritään

korjaamaan usealla eri toimenpiteellä saman leikkauksen aikana.

Neuro-ortopediset potilaat ovat usein moniongelmaisia ja ongelmat voivat olla hyvinkin yksilöllisiä, mikä lisää kokemuksen ja moniammatillisen yhteistyön merkitystä. HUS:n alueella on yhtä paljon CP-potilaita, kun muissa keskussairaloissa yhteensä, jolloin on luonnollista, että kokemus kerryttää tietotaitoa.

Monitasokirurginen hoitoprosessi HUS/LaNu 2016



Kuva 11. Monitasokirurginen hoitokaavio.

Kansainvälinen yhteistyö

Kansainvälinen yhteistyö on liikelaboratorion toiminnassa keskeistä ja välttämätöntä, koska Suomessa ei vastaavaa toimintaa ole. Keskeisimmät yhteistyötahot ovat:

- Pohjoismaiset kliiniset liikelaboratoriot
- Euroopan liikeanalyysiyhdistys

- Pellenbergin lastensairaala, Leuven, Belgia
- Gillette Medical Center, Yhdysvallat
- tutkimusprojektien kautta myös National Taiwan University ja Deakin University, Australia.

Uutta vuonna 2016

Uusi Lastensairaala liikelaboratorion tilojen, laitteistojen ja toiminnan suunnittelu on ollut keskeistä vuonna 2016.

Lisäksi liikelaboratoriossa on kehitetty analyysin prosessointiin automaattinen ohjelmisto. Laboratoriossa on kehitetty myös ohjelmisto, joka laatii automaattisesti raportteja kävelyanalyysidatasta. Monipuoliset tekniset raportit ja videot on viety tietokoneelta lääkäreiden vastaanotoilla käytettäväksi.

HUS:lla, Helsingin yliopistolla ja Aalto yliopistolla on yhteinen Biodesign-hanke, jossa toteutetaan Stanfordinissa kehitettyä tuotteistettavien ideoiden

kehitysmallia. Mallia kokeillaan myös HYKS Lasten ja nuorten sairauksien tulosyksikössä CP-lasten monitasokirurgisessa prosessissa (neuro-ortopedia, kävelyanalyysi ja intensiivikuntoutus).

Biodesign-ryhmässä HY:n ja HUS:n yhtymähallinnon palkkaama nk. innovaatiolääkäri havainnoi yhdessä kolmen Aalto-yliopiston edustajan (kaksi diplomi-insinööriä ja liiketalouden asiantuntija) kanssa kliinistä toimintaa ja ideoi kehityskohteita viikon ajan. Tämän jälkeen ryhmä kerääntyi käsittelemään parhaita ideoita, joista alustava palautte saatiin elokuussa. Lopullista kehittämisideaa suunnitellaan keväällä 2017.

Kehittämis- ja tutkimustyö

Liikelaboratorion toiminta perustuu tällä hetkellä pääasiassa lasten- ja nuorten 3D-kävelyanalyysiin, joka on tärkein kliininen sovellus liikeanalyysille. Liikelaboratorion tavoitteena on kehittyä laaja-alaiseksi tutkimuskeskukseksi.

Vuoden 2017 kehittämiskohteita ovat:

- 1) Jalkaterän toiminnan tarkka mittaus ja analyysi.
- 2) Potilaan tasapainon mittaukset ja analyysit.
- 3) Potilaan sensorimotorisen toimintakyvyn tarkka ja kattava mittaaminen yhteistyössä Suomen Akatemian ja Aalto-yliopiston kanssa.
- 4) Yläraajan liikeanalyysin käyttöönotto.
- 5) Mittausasetelmien luominen uusiin potilasryhmiin.
- 6) Aikuispotilasmittausten käyttöönotto.
- 7) CP-rekisterin luominen pohjoismaisen seurantaohjelman (Uppföljningsprogram för cerebral palsy, CPUP) mukaisesti.

Tutkimustyö

Neuro-ortopediaan liittyvä monitasokirurgiatutkimus on aloitettu vuonna 2011. Tavoitteena on selvittää seurantatutkimuksen (lyhyt kahden vuoden ja pitempi viiden vuoden seurantajakso) avulla, miten monitasokirurginen toimenpide vai-

kuttaa CP-vammaisten lasten ja nuorten toimintakykyyn ja arjessa selviämiseen.

Meneillään on myös vuonna 2012 on aloitettu Varvastustutkimus: "Idiopaattisen varpaillakävelyn patofysiologia ja kuntoutus". Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää varpaillakävelyn etiologiaa eli sitä, löytyykö syy varvastukseen selkäydintasolta tai kortikaalisesti.

Uutena tutkimuksena alkaa Proprioseptiikka-tutkimus. Tutkimus on pääosin Suomen Akatemian rahoittama viisivuotinen tutkimusprojekti (CP-projekti): "Proprioseptiikka aivojen sensorimotorisessa integraatiossa – terveillä ja CP-lapsilla ja nuorilla". Tutkimusprojekti tehdään tiiviissä yhteistyössä Aalto-yliopiston Neurotieteen ja lääketieteellisen tekniikan laitoksen kanssa.

Tutkimuksen päätavoite on selvittää CP-vamman hermostollisia mekanismeja ja erityisesti liikeaistimuksen (ts. proprioseptiikan) roolia CP-vammasa. Samalla kehitetään nykyisiä ja luodaan uusia kliinisiä menetelmiä, joiden avulla mm. tunnistetaan ja määrällistetään sensorimotorisia ongelmia CP-vammaisilla potilailla. Liikelaboratorio on myös luomassa mm. täysin uutta liikeaistimuksen testiä, jossa kerätään laaja 3D-kävely- ja tasapainoanalyysin, sensomotorisen testauksen, kognitiivisen testauksen, rakenteellisen ja toiminnallisen MRI-kuvantamisen ja magnetoencefalografiatutkimuksen (MEG) sisältävä aineisto. Tämä kehitys- ja tutkimustoiminta tulee parantamaan yksilöllistä CP-vamman hoitoa, joka perustuu tutkimusnäyttöön.

Ulkopuolinen rahoitus: yhteensä n. 1,7 miljoonaa euroa.

Liikelaboratorio

Lastenlinna
PL 280, 00029 HUS
Puhelin: 09 4711
www.hus.fi