

KARELIA AMMATTIKORKEAKOULU  
Fysioterapian koulutusohjelma

Jani Häkkinen

GAITRITE-LAITTEEN KÄYTTÖ AVH-POTILAAN KÄVELYN ANALYYSISSÄ.

Opinnäytetyö  
Helmikuu 2014



**Karelia**  
AMMATTIKORKEAKOULU

**OPINNÄYTETYÖ**  
**Tammikuu 2014**  
**Fysioterapian**  
**koulutusohjelma**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
0504054816

**Tekijä**  
Jani Häkkinen

**Nimeke**  
Gaitrite-laitteen käyttö avh-potilaan kävelyn analyysissä.

**Toimeksiantaja**  
Karelia-ammattikorkeakoulu, Fysiotikka

### Tiivistelmä

Opinnäytetyössä analysoitiin aivoverenkiertohäiriöpotilaan (avh) kävelyä Gaitrite-kävelynanalyysilaitteella. Työn tarkoitus oli tutustua Gaitrite-laitteeseen ja arvioida sen käytettävyyttä avh-potilaan kävelynanalyysissä. Toivon, että opinnäytetyö antaisi ideoita avh-potilaan kuntoutustulosten tarkempaan seurantaan ja analysointiin Gaitrite-laitteen avulla. Tulosten analysoinnissa verrattiin avh-potilaan kävelyn parametrejä Gaitrite-laitteen antamiin viitearvoihin ja tutkittiin, mitkä kävelyn parametrit häiriintyivät ja mitä parametreja Gaitritellä on mahdollista seurata. Laitteen käytettävyyttä ja mitaustulosten hyödyllisyyttä arvioitiin avh-potilaan terapian seurannassa. Opinnäytetyössä tutustuttiin myös aivoverenkiertohäiriösairauksiin.

Gaitrite-laitteella tehtiin kolme mittausta samalle asiakkaalle neljän kuukauden aikana säännöllisin väliajoin kuukauden välein, ja mittaustuloksia vertailtiin keskenään. Asiakkaan kävelyä tutkittiin kävelyn apuvälineen (kävelykeppi) kanssa ja ilman sitä. Walk-12-kyselyllä seurattiin asiakkaan omia tuntemuksia aivoverenkiertohäiriön vaikutuksista kävelyyh, ja se tehtiin kunkin mittauskerran yhteydessä.

Kyseisen avh-kuntoutujan kävely poikkesi Gaitrite-laitteella mitattuna radikaalisti niin sanotusta normaalista kävelystä. Lähes kaikkien parametrien arvot poikkesivat viitearvoista. Mittausten aikajänne oli lyhyehkö, koska ne tehtiin noin kuukauden välein. Useimmissa kävelyn parametreissä mittauskertojen väliset muutokset olivatkin vähäisiä. Asiakkaan oman tuntemuksen mukaan Walk-12-kyselyllä mitattuna kävelykyky oli viimeisellä mittauskerralla merkittävästi ensimmäistä parempi. Gaitrite-laitteella mitattuna erot olivat kuitenkin vähäiset. Gaitrite-laitteella saadaan numeerista tietoa kävelyn muuttujista, mikä helpottaa kävelyn analysointia merkittävästi. Mielestäni laitetta voidaan käyttää fysioterapian tulosten seurannassa luotettavasti. Opinnäytetyön varsinainen aihe rajoittuu Gaitrite-laitteen käyttöön avh-potilaan kävelyn analyysissä, ja harjoitusohjelman vaikuttavuuden tutkiminen voisi olla hyvä jatkotutkimukselle.

**Kieli**  
suomi

**Sivuja 45**  
**Lliitteet 1**

**Asiasanat**  
aivoverenkiertohäiriö, Gaitrite, kävelynanalyysi



**THESIS**  
**January 2014**  
**Degree Programme in**  
**Physiotherapy**  
Tikkarinne 9  
FI 80200 JOENSUU  
FINLAND  
+358132606412

Author(s)  
Jani Häkkinen

Title  
The Use of Gaitrite in Gait Analysis of a Patient with Ischemic Attack  
Commissioned by  
Karelia university of applied sciences, Fysiotikka

Abstract

In my thesis the gait of patients with ischemic attack were analysed with the Gaitrite machine. The purpose of my thesis was to familiarize myself with the Gaitrite machine and estimate its usability to gait analysis for patients with ischemic attack. I hope that my thesis would give ideas for better monitoring of the rehabilitation results of ischemic attack patients and the analysis with the gaitrite machine. In the analysis of the results, the parameters of the gait of the ischemic attack patients were compared with the reference values of the Gaitrite, and it was also researched which gait parameters were corrupted and which parameters can be followed with the Gaitrite. The thesis also deals with ischemic attack diseases.

Three evaluations were made with the Gaitrite for the same customer once a month for four months and the results were compared. The gait of the patient was researched with and without a stick. The customer's own feelings of the influences of the ischemic attacks to gait were followed with a walk-12-request which was made in each evaluation.

The gait of the patient with ischemic attack differed radically from the so called normal gait made by the Gaitrite measurement. Almost every parameter value differed from the reference values. The time span of the evaluations was short. The changes in the parameters between the measurements were mostly small. The customer's own feeling was that his walking ability was a lot better in the last evaluation than in the first one. When measured with the Gaitrite, the differences were small, though. With the Gaitrite, the analysis of the gait is a lot easier because of the numeric data of the parameters of the gait. In my opinion, the machine can be used reliably to follow the results of the physiotherapy. The topic of my thesis is limited to the use of the Gaitrite in the gait analysis of a patient with ischemic attack. Researching the effectiveness of the training program could be a suitable subject for further research.

Language  
Finnish

Pages 45  
Appendices 1

Keywords  
Ischemic attack, Gaitrite, gait analysis

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
1 JOHDANTO .....	5
2 AIVOVERENKIERTOHAIRIÖSAIRAUDET .....	6
2.1 Oireet .....	7
2.2 Toipuminen ja kuntoutus .....	8
2.3 Hemiplegian vaikutukset kävelyyh.....	12
3 KÄVELYN ANALYYSI .....	13
3.1 Normaali ryhti .....	14
3.2 Kävelyn kolme vaihetta vauhdin suhteen .....	15
3.3 Kävelyn vaiheet .....	15
3.3.1 Alkukontaktivaihe .....	16
3.3.2 Kuormitusvastevaihe.....	17
3.3.3 Keskitukivaihe .....	18
3.3.4 Pääötöstukivaihe .....	19
3.3.5 Esiheilahdusvaihe .....	20
3.3.6 Alkuheilahdusvaihe .....	21
3.3.7 Keskiheilahdusvaihe .....	22
3.3.8 Loppuheilahdusvaihe .....	22
3.4 Kävelyn muuttajat.....	23
4 KÄVELYN ANALYYSILAITE GAITRITE .....	24
4.1 Funcional Ambulation Profile (FAP)-pisteet.....	25
4.2 Gaitriten tuottamat tulosmuuttajat .....	25
4.3 Tutkimus: Gaitrite-järjestelmän eri testikertojen välinen toistettavuus kuntoutuksessa olevilla aivohalvauspotilailla .....	27
5 TOIMEKSIANTAJA .....	28
6 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS.....	29
7 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS .....	29
7.1 Asiakas ja fysioterapia .....	30
7.2 Tutkimusmenetelmät.....	31
7.3 Aikataulu .....	32
8 OPINNÄYTETYÖN TULOKSET .....	34
8.1 Walk-12-kysely .....	39
8.2 Tulosten analysointi .....	40
9 POHDINTA.....	41
LÄHTEET .....	44
LIITTEET	
Liite 1 .....	46

## 1 JOHDANTO

Sain idean opinnäytetyöni aiheeseen tutustuttuani Karelia-ammattikorkeakoulun omassa fysioterapiapisteessä, Fysiotikassa, Gaitrite-kävelynanalyysilaitteeseen. Tutustuin laitteen käyttöön harjoitteluajanani ja tiedustelin ohjaavalta fysioterapeutilta, Juha Jalovaaralta, voisiko aiheen tiimoilta tehdä opinnäytetyön. Jalovaara hyväksyi ideani ja näin sain opinnäytetyölleni toimeksiantajan.

Opinnäytetyön aiheeksi valitsimme yhdessä toimeksiantajan kanssa: Gaitrite-laitteen käyttö avh-potilaan kävelyn analyysissä. Aivoverenkiertohäiriöpotilailla on usein vaikeuksia saavuttaa niin sanotusti normaali kävelykyky, ja kävelyä olisi ihanteellista tutkia Gaitrite-kävelynanalyysilaitteella. Olen työskennellyt avh-potilaiden kanssa työharjoittelussa, ja aihetta käsiteltiin teoriapohjalta muun muassa neurologian kurssilla sekä neuroterapiat-kurssilla. Avh-potilaille suunnattu kävelykuntoutus ja sen seuranta ovat erittäin tärkeitä asioita potilaan toimintakyvyn palautumisen kannalta. Fysioterapian etenemistä seurattiin kolmen kuukauden ajan säännöllisesti Gaitrite-laitteella. 3 kuukautta oli optimaalinen aika opinnäytetyön tekemisen kannalta, jolloin tulosten analysointiin jäi riittävästi aikaa.

Opinnäytetyössäni analysoidaan avh-potilaan kävelyä Gaitrite-kävelynanalyysilaitteella. Työni tarkoitus on tutustua Gaitrite-laitteeseen ja arvioida sen käytettävyyttä avh-potilaan kävelyn analyysissä. Opinnäytetyössäni tutkitaan avh-potilaan kävelyn analyysin kannalta olennaisia Gaitriten tuottamia kävelynparametrejä. Opinnäytetyössä tutustutaan myös aivoverenkiertohäiriösairauksiin. Toivon, että työni antaisi ideoita avh-potilaan kuntoutustulosten tarkempaan seurantaan ja analysointiin Gaitrite-laitteen avulla. Tulosten analysoinnissa verrataan avh-potilaan kävelyn parametrejä Gaitrite-laitteen antamiin viitearvoihin ja tutkitaan, mitkä kävelyn parametrit häiriintyvät ja mitä parametreja Gaitritellä on mahdollista seurata. Laitteen käytettävyyttä ja mittaustulosten hyödyllisyyttä arvioidaan avh-potilaan terapian seurannassa. Tarkan kävelyn analyysin tekeminen avh-potilaalle ohjaa kävelyssä ilmenevien ongelmien parempaan tiedostamiseen, joka puolestaan ohjaa tehokkaamman kuntoutusohjelman luomiseen. Opinnäytetyöni varsinainen aihe rajoittuu Gaitrite-laitteen käyttöön avh-potilaan kävelyn analyysissä.

Opinnäytetyö toteutettiin tapaustutkimuksena erään avh-kuntoutujan kävelyn muuttujista. Asiakkaan omia tuntemuksia sairauden vaikutuksista kävelykykyyn seurattiin walk-12- kyselyllä, jossa asiakas arvioi asteikolla 1-5 sairauden vaikutuksia kävelyynsä viimeisen 14 päivän aikana. Opinnäytetyö alkaa aivoverenkiertohäiriösairauksiin tutustumisella. Teoreettisessa viitekehyksessä tutustutaan myös kävelyn analysointiin sekä Gaitrite-laitteeseen. Tutkimuksen tulokset -kappaleessa analysoidaan tutkimuksen tuloksia. Pohdinta-kappaleessa pohditaan opinnäytetyön onnistumista sekä mahdollisia jatkotutkimusmahdollisuuksia.

## **2 AIVOVERENKIERTOHAIRIÖSAIRAUDET**

Keskushermostossa vallitsee jatkuva hapen ja glukoosin tarve, joita se saa verenkierron välityksellä. Verenkierron häiriöt aiheuttavat keskushermostoon pysyviä vaurioita nopeasti. Aivoverenkiertohäiriöihin sairastuu Suomessa noin 14000 henkilöä vuosittain, joista 25 % on työkäisiä. Aivoverenkiertohäiriöihin kuolee vuosittain noin 5000 ihmistä Suomessa, ja ne ovat kolmanneksi yleisin kuolinsyryryhmä. Aivoverenkiertohäiriöiden esiintyvyys ja niihin kuolleisuus on laskussa Suomessa. Aivoverenkiertohäiriöt ovat mielenterveysongelmien ja dementian jälkeen kolmanneksi kallein kansantautimme. Eloanjääneistä potilaista 70 % selviytyy myöhemmin kotonaan, ja 20 % palaa työelämään. (Soinila, Kaste & Somer 2010, 271.)

Aivot selviävät noin 50 %:n vähennyksestä verenkierrossa ilman välitöntä solukuoleman uhkaa. Iskemia-asteen ylittäessä 50 % selektiivisen neuronikuoleman riski lisääntyy. Pyramidaalisolut hippokampuksessa ja isojenaivojen kuorella sekä pikkuaivojen Purkinjen solut ovat erityisen herkkiä iskemialle. Vastustuskykyisempiä aivojen osia ovat puolestaan aivorunko, pikkuaivot ja isojenaivojen valkea aine. Iskemian aivokudosta tuhoava vaikutus riippuu sen paikallisesta jakautumisesta aivoissa. Esimerkiksi sydänpysähdyksessä syntyvä globaali iskemia aiheuttaa puolestaan selektiivisen neuronikuoleman iskemialle herkimpiin aivorakenteisiin. Näihin kuuluvat edellä mainitut hippokampuksen ja isoavokorteksin pyramidisolut, tyvitumakkeet sekä ns. vedenjakaja-alueet. Globaali aivoiskemia aiheuttaa yleensä pysyvää aivokudosvauriota jo kuuden minuutin jälkeen. Aivovaltimon mennessä tukkoon naapurivaltimoiden alueelta tapahtuu kompensoivaa, kollateraalkiertoa. Ateroskleroosin tukkiessa valtimoita pitkällä

aikavälillä kollateraalikierto ehtii usein kehittyä riittäväksi ehkäisten infarktin. (Soinila ym. 2010, 278 - 280.)

Ateroskleroosista johtuvien aivoverenkiertohäiriöiden lievä muoto on ohimenevä iskeeminen kohtaus, TIA (transient ischaemic attack). TIA-kohtauksessa ilmenee viimeistään vuorokauden kuluessa ohimeneviä aivojen veren- ja hapenpuutteen aiheuttamia hermostollisen säätelyn puutosoireita. TIA-kohtaukset merkitsevät jonkin tai joidenkin aivoverisuonten merkittävää ahtautumista. 10 %:lle TIA-kohtauksen saaneista kehittyy aivohalvaus seuraavan kolmen kuukauden kuluessa. Aivohalvaus on aivoverenkiertohäiriöiden vakavin muoto. Aivohalvaus johtuu aivojen verenkierron äkillisestä väheneemisestä (aivovaltimon tukos, verenpaineen voimakas lasku) tai kallonsisäisestä verenvuodosta. (Vuori, Taimela & Kujala 2005, 401.)

Noin 70 - 80 % aivohalvauksista johtuu aivoinfarktista. Noin 75 %:ssa aivoinfarkteista syynä on kaulavaltimoiden ja kallonsisäisten valtimoiden skleroosi ja 25%:ssa sydänperäinen embolus. 10 - 15 % aivohalvauksista johtuu aivojen sisäisestä verenvuodosta ja noin 10 % lukinkalvon alaisesta verenvuodosta (subaraknoidaalivuoto). Aivoverenvuodolle altistavia tekijöitä ovat kohonnut verenpaine ja runsas alkoholinkäyttö. Subaraknoidaalivuodon vaarateijänä on edellisten lisäksi tupakointi. Aivoinfarktin vaarateijöitä ovat tupakointi, dyslipidemia, kohonnut verenpaine, diabetes, runsas alkoholinkäyttö, liikapaino sekä liikunnan puute ja sepelvaltimoiden endoteelin toimintahäiriö. (Vuori ym. 2005, 401 - 402.)

Aivoverenkiertohäiriöt ovat kolmanneksi yleisin kuolemaa aiheuttava ja suurin akuuttiin vuodeosastohoitoon johtava sairausryhmä Suomessa, ja sen seurauksena on usein pitkäaikaisen kuntoutuksen tarve. Aivoverenkierron häiriön tyypillisin oireilmentymä on toispuolihalvaus eli vaikeusasteesta riippuen hemipareesi tai hemiplegia. Aivoverenkiertohäiriöstä johtuvat oireet voivat olla monenlaisia riippuen siitä, missä kohtaa vaurio sijaitsee ja miten laaja se on. (Ryynänen 1999, 4,6.)

## **2.1 Oireet**

Aivoinfarktin oireet kehittyvät pahimmilleen muutamissa minuuteissa tai tunneissa. 80 - 90 % aivoinfarkteista paikantuu karotialueelle (etuverenkierto) ja 10 - 20 % vertebro-

basilaarialueelle (takakierto). Taulukossa 1 esitellään yleisimmät aivoinfarktin oireet. Oireita diagnosoitessa täytyy muistaa, että näön menetys tajunnan häiriön yhteydessä, molempien silmien määrittämätön näköhäiriö, huimaus, puhehäiriö, hitaasti kehittynyt kaikkien raajojen heikkous tai tuntohäiriö, sensoristen oireiden asteittainen siirtyminen keholla, tajunnan häiriö, sekavuus, inkontinenssi ja alaraajojen pettäminen eivät yleensä yksin esiintyessään ole aivoverenkiertohäiriöoireita. (Käypä hoito-suositus 2011.)

Taulukko 1. Aivoinfarktin oireet, käypä hoito-suositus 2011.

Toispuolinen raajahalvaus (motorinen hemipareesi)
Kasvohermon alahaaran heikkous (alafasialispareesi)
Toispuolinen tunnottomuus (sensorinen hemipareesi)
Puhehäiriö (dysfasia <sup>1</sup> , dysartria <sup>2</sup> )
Yhden silmän näön ohimenevä hämärtyminen (amaurosis fugax)
Näkökenttäpuutos (homonyymi hemianopia)
Huimaus, pahoinvointi, oksentelu
Molempien silmien näön hämärtyminen
Nielemisvaikeudet (dysfagia)
Kaksoiskuvat (diplopia)

## 2.2 Toipuminen ja kuntoutus

Aivoinfarktipotilaista noin 40 % menehtyy ensimmäisenä vuonna sairastumisen jälkeen. Noin 10 %:lle potilaista huonokuntoisuus tekee kuntoutuksesta mahdotonta. Noin 10 % potilaista toipuu oireettomiksi nopeasti. Noin 40 % potilaista (5000) tarvitsee lääkinällistä kuntoutusta. Lisäksi toimintakykyä ylläpitävää kuntoutusta tarvitsee noin 30000 aiemmin sairastunutta aivoverenkiertohäiriöpotilasta. Kuntoutuksella pyritään vähentämään aivoverenkiertohäiriöstä aiheutunutta vajaatoimintaa ja haittaa. Tärkeää on myös potilaan lähiomaisten sopeutumisen tukeminen. (Soinila ym. 2010, 327.)

Aivoverenkiertohäiriöön sairastuneista päivittäisissä toiminnoissa itsenäisesti selviää hieman yli puolet, 75 % on kävelykykyisiä ja 10 % vuodepotilaita. Toispuolinen osittainen halvaus aiheuttaa liikkumisen ongelmia, joita ilmenee vuoden kuluttua sairastumisesta 37 %:lla. Tasapaino-ongelmia ilmenee vielä subakuutissakin vaiheessa. (Paltamaa, Karhula, Suomela-Markkanen & Autti-Rämö 2011, 42.)



Laajan oirekuvan ja vajaatoimintojen vuoksi aivoverenkiertohäiriöpotilas tarvitsee usein monipuolista kuntoutusta. Useimmilla aivohalvauspotilailla esiintyvien halvausoireiden vuoksi fysioterapia on tavallisin kuntoutusmuoto. Fysioterapian tavoitteena on edistää itsestään tapahtuvaa parantumista, ehkäistä virheasentoja ja -liiketottumuksia sekä normaalistaa tonus. Toimintaterapiassa siirretään fysioterapiassa opitut liikemallit jokapäiväisiin toimintoihin, kartoitetaan apuvälinetarve ja järjestetään niiden käytön opetus. Apuvälineiden käyttöönotto tulee ajoittaa oikein, sillä mikäli kävely- tai nelipistekeppi otetaan käyttöön liian varhain, kävelyn kehitys voi pysähtyä ja kävely jää epäsymmetriseksi. Puheterapiassa selvitetään afaattisen tai dysartrisen puhehäiriön luonne ja suunnitellaan yksilöllinen puheterapia. Neuropsykologisen kuntoutuksen tavoitteena on korjata henkisen suorituskyvyn häiriöitä, ehkäistä virheellisiä toimintamalleja sekä tukea potilaan aktiivista sopeutumista. (Soinila ym. 2010, 327 - 328.)

Oireiden nopean lievittymisen heti aivoinfarktin tai verenvuodon jälkeen ajatellaan liittyvän turvotuksen häviämiseen. Kuntoutuminen on ensimmäisten viikkojen ja kuukausien jälkeen nopeaa. Eloonjääneistä aivoinfarktipotilaista noin 70 % toipuu omatoimiseksi. Mikäli kuntoutuksella ei saavuteta mitään tuloksia kolmessa kuukaudessa, sitä ei yleensä kannata jatkaa. Jos kuntoutumisessa tapahtuu selvää edistystä, kuntoutusta voidaan jatkaa jopa vuosi. Mikäli potilas ei kykene käyttämään halvaantunutta kättään hyödyllisesti viikon kuluttua halvauksesta, käsi jää noin 80 %:n todennäköisyydellä käyttökelvottomaksi. Mikäli halvaantuneessa alaraajassa on viikon kuluttua halvauksesta liikettä, potilas oppii kävelemään noin 80 %:n todennäköisyydellä. Näyttäisi, että kuntoutumisen ennuste riippuu myös iästä, virtsanpidätyskyvystä, henkisestä primaaritasosta sekä halvaantuneen käden jäljelle jääneistä toiminnoista. Varhain aloitettu kuntoutus johtaa parhaisiin tuloksiin. Kuntoutustyöryhmään kuuluvat hyvien resurssien vallitessa lääkäri, sairaanhoitaja, sosiaalityöntekijä, fysioterapeutti, toimintaterapeutti, puheterapeutti ja neuropsykologi. (Soinila ym. 2010, 328.)

Fysioterapia tulee aloittaa halvauspäivänä tai sitä seuraavana päivänä. Fysioterapia aloitetaan asentohoitona ja jatketaan myöhemmin liikehoitona. Fysioterapiassa keskitytään halvaantuneen puolen kuntoutukseen, ja olennaista on, ettei potilas kompensoi terveellä puolella halvaantuneen puolen toimintaa. Alkuvaiheessa apuvälineitä ei käytetä. Myös muu kuntoutus tulee aloittaa vuodeosastolla mahdollisimman pian halvauksen jälkeen.

Kuntoutus on aluksi päivittäistä. Akuuttivaiheen jälkeen intensiivistä laitoskuntoutusta voidaan harkita, mikäli potilas ei vielä selviydy kotonaan. Sairaalasta kotiutuneen potilaan intensiivinen kuntoutus jatkuu 2 - 3 kertaa viikossa poliklinikalla, ja sitä jatketaan, kunnes edistyminen lakkaa. Intensiivisen kuntoutuksen jälkeen siirrytään ylläpitävään kuntoutukseen noin 6 - 12 kuukauden kuluttua sairastumisesta. Se sisältää kaksi tai kolme 15 kerran fysioterapiajaksoa vuodessa sekä muutaman kerran muuta tarvittavaa kuntoutusta. Vaikeavammaiset kotihoidossa olevat potilaat voidaan lähettää 3 - 4 viikon kuntoutuslaitoshiitoon. (Soinila ym. 2010, 328 - 329.)

Ennustetutkimukset funktionaalisesta toipumisesta aivohalvauksen jälkeen ovat monimutkaisia. Useimmat tutkimukset tukevat johtopäätöstä, että suurin osa funktionaalisesta toipumisesta tapahtuu kolmen kuukauden kuluessa aivohalvauksesta. Useat tutkimukset osoittavat kuitenkin, että esimerkiksi kävelykyvyssä voi tapahtua huomattavaa edistystä vielä kuuden kuukauden kuluttuakin aivohalvauksesta. Istumabalanssin harjoittelulla ylläpidetään ja saavutetaan istuma-asennon stabiliteettiä paikoillaan ja liikkeessä. Aivohalvauspotilaille, jotka eivät kykene liikkumaan turvallisesti, määrätään yleensä pyörätuoli. Tutkimuksen mukaan kelattavan pyörätuolin käyttö ei-pareettisella kädellä ja jalalla ei aiheuta pareettiseen kehonpuoleen ei-toivottuja vaikutuksia. Seisomaannousun ja istumisen harjoittelu on tärkeää päivittäisten toimintojen, kuten pukeutumisen, kävelemisen ja wc:ssä käynnin kannalta. Seisomaannousun ja istumisen harjoittelu on tehokasta vasemman ja oikean kehonpuolen symmetrian ja painonjakautumisen tasapuolisesti molemmille jaloille kannalta. (Peppen, Kwakkel, Harmeling-van, Kollen, Hobbelen & Buurke 2004, 56, 58, 60-61, 63)

Asennon harjoittelu visuaalisen palautteen avulla seisottaessa voimalevyllä tarjoaa tutkimuksen mukaan vain vähän lisähyötyä verrattuna perinteisiin tasapainoharjoitteisiin. Aivohalvauspotilaat ovat usein huonommassa fyysisessä kunnossa kuin terveet ihmiset, mikä heikentää heidän itsenäisyyttään ja selviytymistään päivittäisistä toimista. Tutkimus osoittaa, että ainakin alaraajan voimaharjoittelulla on ollut positiivisia vaikutuksia pareettisen alaraajan voimatasoon sekä kävelynopeuteen. Niin ikään spastisuuden suhteen negatiivisia vaikutuksia ei voimaharjoittelulla ole todettu olevan. Kävelyharjoittelua, jossa potilaan kehonpaino on osittain tuettu, kutsutaan tuetuksi kävelymyllyharjoitteluksi. Toistaiseksi tuetun kävelymyllyharjoittelun tehokkuuden näyttö aivoverenkiertohäiriöpotilailla on heikko, koska sitä on tutkittu vasta vähän. Tuetun kävelymyllyhar-

joittelun on kuitenkin todettu lisäävän fyysistä kestävyyttä etenkin potilailla, jotka eivät kykene kävelemään itsenäisesti. Tuetun kävelyhylyharjoittelun vaikutuksia tasapainoon, kävelykykyyn tai kävelynopeuteen ei ole voitu vielä todistaa. Ei-tuetun kävelyhylyharjoittelun on todettu lisäävän kävelykykyä ja kävelynopeutta aivohalvauspotilailla. (Peppen ym. 2004, 67, 69, 74, 78-79.)

Funktionaalisen elektrostimulaation ei ole tutkimuksessa havaittu vaikuttavan kävelyn sujuvuuteen tai kävelynopeuteen. Funktionaalista elektrostimulaatiota voidaan käyttää esimerkiksi parantamaan nilkan dorsifleksioista vastaavien lihasten lihasvoimaa. EMG/Biopalautehoidossa EMG-signaali saadaan tibialis anterior-/gastrocnemiuslihaksiin tai quadriceps-/hamstringslihaksiin kiinnitetyistä elektrodeista, josta potilas saa auditiivista tai visuaalista palautetta. Tutkimuksen valossa EMG/Biopalautehoidolla ei ole vaikutusta pareettisen nilkan liikelaajuuteen tai kävelynopeuteen aivohalvauspotilailla. Nilkan-/jalan ortoosia voidaan käyttää pareettisen jalan vajaassa aktiivisessa dorsifleksiossa fysioterapeutin konsultaation jälkeen. Ei ole luotettavaa näyttöä, että nilkan-/jalan ortoosin käyttö parantaisi kävelykykyä. Käytännön kokeet tukevat teoriaa, että kyseisen ortoosin käyttö parantaisi kävelyn askelpituutta ja kävelynopeutta, mutta kliinistä näyttöä tästä ei ole. (Peppen ym. 2004, 82-84, 87.)

Kävelyn apuvälineet, kuten keppi, kyynärsauva, kolmijalka tai rollaattori tukevat aivohalvauspotilaiden kävelyä ja seisomista sekä vähentävät kaatumisriskiä ja kaatumisenpelkoa. Luotettavaa tutkimusta kävelyn apuvälineiden vaikutuksista kävelyn ei ole tehty. Käytännön kokeet tukevat teoriaa, että kävelyn apuvälineillä olisi positiivisia vaikutuksia kävelyn koordinaatioon, tasapainoon, kävelyn itsenäisyyteen, kävelymatkaan, kävelynopeuteen sekä kaatumisriskiin. Pareettisen puolen ylilastaamisen ekstrapainoilta, esimerkiksi painopuvuilla, ei tutkimuksessa voitu todeta vaikuttavan kävelynopeuteen. Kävelyharjoittelu auditiivisilla rytmeillä, kuten musikaalinen motorinen palaute tai position motorinen palaute, on todettu tutkimuksessa olevan ilmeinen positiivinen vaikutus askelpituuteen ja kävelynopeuteen. (Peppen ym. 2004, 88-92.)

Kwakkel, Peppen, Wagenaar, Wood Dauphinee, Richards, Ashburn, Miller, Lincoln, Patridge, Wellwood ja Langhorne (2004, 2531-2534) tulivat tutkimuksessaan siihen tulokseen, että vähintään 16 tunnin ero aivohalvauspotilaiden hoitoajassa koeryhmän ja verrokkiryhmän välillä tuotti ensimmäisen 6 kuukauden aikana halvauksen jälkeen pie-

niä, mutta suotuisia eroja päivittäistoimintoihin, apuvälineavustettuihin päivittäistoimintoihin sekä kävelynopeuteen. Sorminäppäryydessä ei ollut havaittavissa merkittäviä eroja ryhmien välillä. Kumulatiivisen meta-analyysin mukaan laajennetun terapia-ajan vaikuttavuus päivittäisiin toimintoihin oli 4-5 % terapia-aikojen erotuksen ollessa vähintään 16 tuntia. Tutkimuksen mukaan laajennetun terapian tulisi olla vähintään 16 tuntia pidempää, ja se tulisi antaa ensimmäisen 6 kuukauden aikana aivohalvauksen jälkeen, jotta se olisi vaikuttavaa. Mielenkiintoista oli, että annetun terapian määrälle ei löydetty tässä tutkimuksessa kattoa, jossa terapialla ei olisi enää ollut vaikutusta. (Kwakkel ym. 2004, 2531 - 2532.)

Meta-analyysissä on useita rajoituksia. Ensinnäkin terapian intensiteetti määriteltiin terapia-aikojen eroina tutkimus- ja verrokkiryhmien välillä, mikä on raaka arvio todellisesta harjoitteluun käytetystä energiasta ja ponnistelusta. Muut näkökulmat, kuten potilaiden motivaatio, terapeutin huomio sekä kotiharjoitteisiin käytetty aika, ovat saattaneet vaikuttaa tutkimuksen lopputuloksiin. Toiseksi, vaikka kaikki tutkimukset käsitelivät harjoitteluterapian vaikutuksia, terapian sisältö ja tavoitteet vaihtelivat hoitosuosituksineen. Tutkimuksessa käytetyistä tutkimuksista voidaan asettaa hypoteesi, että tehäväkeskeistä harjoittelua tulisi harjoittaa enemmän lyhyemmällä aikavälillä. Tutkimuksen valossa rajoitettujen fysioterapiavoimavarojen tehokkuutta voitaisiin lisätä käyttämällä kiertoharjoitteluohjelmia, joissa potilasryhmä harjoittelee erilaisilla laitteilla terapeutin valvonnassa. (Kwakkel ym. 2004, 2532 - 2534.)

### **2.3 Hemiplegian vaikutukset kävelyyn**

Spastinen hemiplegia on yleisin neurologinen syy epänormaaliin kävelyyn. Se voi olla seurausta aivohalvauksesta tai traumaattisesta aivovauriosta. Luonteenomaista ovat spastisuus ja joidenkin tai kaikkien lihasten toiminnan puute toisessa alaraajassa, toisen jalan toimiessa normaalisti tai lähes normaalisti. Hemiplegiapotilaalla on yleensä sekoi- tus normaalia motorista kontrollia, spastisuutta ja kaavamaisia malleja, joiden kombi- naatio riippuu aivovaurion suuruudesta ja sijainnista. Potilailla on ongelmia raajojensa liikuttamisessa ja kontrolloinnissa, mutta usein myös tasapainossa, koska he jättävät puutteellisen kehonkuvan vuoksi halvaantuneen puolen huomiotta. (Whittle 1991, 125 - 126.)

Spastisesta hemiplegiasta kärsivät potilaat voidaan jakaa kävelyltään neljään ryhmään. I-ryhmään kuuluvilla jalka putoaa halvaantuneella puolella, minkä vuoksi alkukontakti tulee varvasiskuna ja alaraajan pituus ”kasvaa” heilahdusvaiheen aikana. Alkukontaktivaiheessa plantaarifleksiossa oleva jalka saa aikaan lantion ja polven korostuneen fleksion sekä korostuneen lannelordoosin kävelyn syklin aikana. II-ryhmään kuuluvilla on jalan putoamisen lisäksi pohjelihaksen staattinen tai dynaaminen kontraktuura, mikä pitää nilkan plantaarifleksiossa koko kävelysyklin ajan. I- ja II-ryhmien ero on nähtävissä keskitukivaiheen jälkeen, kun jatkuva plantaarifleksio pakottaa polven hyperekstension. Eteneminen on hidasta, ja vastakkaisen askeleen pituus on lyhentynyt. Lantion fleksio ja lannelordoosi ovat korostuneet. III-ryhmään kuuluvilla on jalan putoamisen ja pohjelihaksen kontraktuuran lisäksi yliaktiivinen nelipäinen reisilihas (quadriceps) ja hamstring-lihakset. Tämä aiheuttaa polven liikelaajuuden pienenemisen sekä heilahdusvaiheen fleksion. Polven hyperekstensio myöhäisessä tukivaiheessa, lantion fleksio ja lisääntynyt lannerangan lordoosi ovat myös luonteenomaisia III-ryhmälle. IV-ryhmälle tyypillistä on III-ryhmän oireiden lisäksi pienentynyt lantionliike iliopsoaksen ja lähentäjien yliaktiivisuuden vuoksi. Lantio ei ojennu täysin, joten anteriorinen lantion kallistus ja lisääntynyt lannelordoosi tukivaiheen lopussa pitävät yllä askelpituutta. (Whittle 1991, 126 - 127.)

### **3 KÄVELYN ANALYYSI**

Kävelyn analyysillä tarkoitetaan kävelyn tarkkaa ja systemaattista erityistutkimusta, joka voidaan suorittaa ihmisen omilla aisteilla kvalitatiivisesti tai kvantitatiivisesti tietokonepohjaisilla kävelyn analyysilaitteilla. Kävelyn analysointi jaetaan kävelyn kliiniseen arviointiin ja kävelyn tieteelliseen tutkimiseen. Kävelyn kliinisessä arvioinnissa yksittäinen asiakas arvioidaan ja häntä autetaan välittömästi, kun taas kävelyn tieteellinen tutkimus lisää yleistä ymmärrystä kävelystä. Kävelyn analysoinnin tarkoituksena on yleensä poikkeavuuden määrittäminen normaalikävelystä, diagnosointi, diagnoosin varmennus, fysioterapiatarpeen määrittely, terapian tuloksellisuuden arviointi, kuntoutuksen motivointi, apuvälinetarpeen määrittely, leikkaustarpeen arviointi tai leikkauksen tuloksellisuuden arviointi. (Kauranen & Nurkka 2010, 380.)

### 3.1 Normaali ryhti

Ihmisen ruumis jakaantuu edestä tai takaa tarkasteltuna kahteen symmetriseen puoleen. Kehon massan painopiste vaikuttaa perusasennossa naviculare-luiden kohdalle eli tukipinnan keskelle. Jalkojen suuntautuessa hieman ulospäin ne laajentavat tukipinnan suuruutta. Lonkkanivelten ollessa hieman ulkorotaatiossa ne antavat sisärotaatiota paremman tuen lantion ryhdille. Yläraajojen neutraaliasennossa ne ovat vartalon sivuilla, eivät sisään- eivätkä uloskiertyneinä. Sivusuuntainen luotisuora etenee korvalehden nipukasta olkanivelen keskeltä alaspäin lonkkanivelen keskelle ja jatkaa tästä polvilumpion takapintaa pitkin jalkaan veneluun kohdalle. (Ahonen, Sandström, Laukkanen, Haapalainen, Immonen, Jansson & Fogelholm 1998, 149-150.)

Jalat kuormittuvat päkiän ja kantapään suhteen etu-takasuunnassa tasan. Perusryhdissä seisnessä varpaat ovat passiiviset. Pään ja rintakehän massan painopiste on luotisuoran edessä. Lantiokorin painopiste on niin ikään sen liikeakselin edessä. Ryhtilihaksista sekä kalvo- ja nivelsiderakenteista muodostuu ruumiin takaosaan järjestelmä, joka pitää yllä pystyasentoa. Kaularangan takaosan lihaksissa, selän ojentajaryhmässä, takareisien lihaksissa sekä pohjelihaksissa on havaittavissa myös lihasaktivaatiota. Plantaarifaskia sekä varpaiden koukistajalihasten jänteet pitävät yllä ja korjaavat asentoa. Ihmisen paikallaan seisnessä hän huojuu jatkuvasti hieman proprioseptisen järjestelmän korjatessa huomaamatta tasapainoa koko ajan. (Ahonen ym. 1998, 150-151.)

Vatsalihaksilla on tärkeä rooli ryhdin ja perusasennon ylläpitämisessä. *M.rectus abdominis* (suora vatsalihas) tuottaa lannerangan suoran fleksion molempien puolien toimissa yhtä aikaa. Lihaksen toimiessa toispuolisesti se aiheuttaa fleksion lisäksi kierron. Suora vatsalihas ei niinkään tue perusryhtiä, sen sijaan se antaa ponnistuksissa ja alastuloissa lisätukea sekä on apuna raskaampaa taakkaa nostettaessa. *M.obliquus externus abdominis* (ulompi vino vatsalihas) on vartalon sivuilla sijaitseva lihas, joka tukee selän ja kylkien toimintaa, molemminpuolinen aktivaatio saa aikaan lannerangan fleksion ja toispuolinen aktivaatio samanpuoleisen sivutaivutuksen ja vastasuuntaisen kierron. *M.obliquus internus abdominis* (sisempi vino vatsalihas) on toiseksi syvin vatsalihas, joka tukee selkärankaa ja auttaa ylläpitämään ryhtiä. Molempien puolien yhtäaikainen supistus aikaansaa vatsaontelon paineen lisäyksen ja lannerangan fleksion. Toispuoleinen supistus aikaansaa vartalon sivutaivutuksen ja kierron. *M.transversus abdominis*

(poikittainen vatsalihas) kiertää vyötärön kohdalta keskivartaloa. Sen tehtävä on vatsan seinämän jännittäminen ja vatsan ja vyötärön sivujen kevyt sisäänvetäminen. Se auttaa myös lannerangan lordoosin ja ryhdin ylläpitämisessä. (Ahonen ym. 1998, 152-154.)

### **3.2 Kävelyn kolme vaihetta vauhdin suhteen**

Kävely voidaan jakaa vauhdin suhteen kolmeen vaiheeseen. Kävely aloitetaan seisovasta lepoasennosta ja aletaan kiihdyttää vauhtia. Tätä vaihetta kutsutaan kehitysvaiheeksi. Rytmisessä vaiheessa haluttu kävelyvauhti on saavutettu, ja nopeus pysyy tasaisena. Se muodostuu joukosta syklistä, toistuvia liikkeitä. Kävelijän valmistautuessa pysähtymiseen alkaa hidastumisvaihe, jolloin liikkeet eivät ole enää tasaisen rytmikkäitä. Rytmien muuttuessa liikkeet eivät ole enää tasaisen rytmikkäitä. (Ahonen ym. 1998, 156.)

Yleisimmät kävelyn ongelmat liittyvät rytmiseen vaiheeseen, jota jatketaan kauan, virhetoistojen lukumäärän noustessa suureksi. Tämän vuoksi kävelyn tutkimisessa ja kliinisessä analysoinnissa kiinnitetään niin paljon huomiota juuri rytmiseen vaiheeseen. Kävelyn tutkiminen tehdäänkin rytmisen vaiheen aikana. (Ahonen ym. 1998, 156.)

### **3.3 Kävelyn vaiheet**

Sandström ja Ahonen (2011, 297 - 307) jakavat kävelyn kahdeksaan vaiheeseen, joita ovat alkukontakti-, kuormitus-, keskikuti-, päätöstuki-, esiheilahdus-, alkuheilahdus-, keskiheilahdus- ja loppuheilahdusvaihe. Yksi askelsykli tarkoittaa askelparia eli kahta askelta, jota kuvataan 100 %:lla. Kävelyn vaiheet jaetaan prosentuaalisiin osiin askelsyklistä. Syklistä voidaan erottaa kaksi kaksoistukivaihetta ja kaksi yhden jalan tukivaihetta. Yhden raajan tukivaihe on kestoltaan noin 60 % ja heilahdusvaihe noin 40 % askelsyklistä. (Sandström & Ahonen 2011, 297 - 307.)

Kävelyn kahdeksan vaiheen kautta voidaan liikettä analysoida hyvin tarkasti ja määrittää missä vaiheessa virhe tapahtuu. Löydösten perusteella voidaan kehittää harjoitteita joilla korjataan kävelyn eri vaiheissa esiintyviä virheitä. Vähitellen, kokonaisuuden hahmottuessa automaatio kehittyy harjoituksen kautta. (Sandström ym. 2011, 297.)

### 3.3.1 Alkukontaktivaihe

Alkukontaktivaihetta on aiemmin nimitetty kantaiskuksi, mutta sitä on alettu jo 1990-luvun alkupuolelle nimittää alkukontaktivaiheeksi paremman kuvaavuuden vuoksi. Alkukontakti on ajallisesti vain 2 % askelsyklistä, ja se aloittaa kahden jalan tukivaiheista ensimmäisen. Paino jakautuu takimmaisen ja etummaisen jalan kesken käsien etäisyyden ollessa sagittaalitasolla suurimmillaan. Rintakehässä tulee olla pieni kierto, pään kannatuksen ollessa hartioiden keskellä. Lantiossa tulisi olla horisontaalinen kierto, mikä lisää askelpituutta sekä lantionpuoliskojen välinen hyvin pieni jousto sacro-iliac-nivelistä ja häpyliitoksesta. (Sandström ym. 2011, 297 - 298.)

Alkukontaktivaiheessa hamstring-lihakset toimivat säären heilahduksen pysäyttäjinä estäen polven yliojennuksen. Gluteus maximus (iso pakaralihas), adductor magnus (iso lähentäjä) ja hamstring-lihakset huolehtivat raajan painamisesta alustalle ja taaksepäin. Gluteus maximus ja tensor fascia latae (peitekalvon jännittäjälihas) avustavat polven ojennuksessa ja saavat aikaan tractus iliotibialiksen jännityksen antaen polvelle fleksio- ja ekstensiosuuntaisen tuen. Lonkan ekstensio valmistaa siirtämään painopisteen alustaan laskeutuvalla jalalla. Nilkka pysyy dorsifleksiossa etusäären lihasten ansiosta. (Sandström ym. 2011, 298 - 299.)

Alkukontaktivaiheeseen voi liittyä useita virheitä. Jalan osuessa liian pitkälle eteen saattaa ponnistus toisella jalalla jäädä vajaaksi. Seurauksena on äänekäs, iskevä kävely ja säären etuaition lihasten oireilu johtuen liian pitkästä työvaiheesta. Lantion kiertymisen etujalan puolelta horisontaalisesti jäädessä vajaaksi askelpituus jää normaalia lyhyemmäksi aiheuttaen ylipitkän askelluksen, harppomisen. Mikäli iso pakaralihas ei aktivoitu ajoissa, seuraavassa vaiheessa yhdelle jalalle siirryttäessä lantiota ja SI-niveliä vakauttava myofaskiaalinen ketju ei aktivoitu ja yhden jalan vakaus jää riittämättömäksi. Muita alkukontaktivaiheen virheitä ovat rintarangan vajaa kierto, lapaluiden riittämätön liukuminen rintakehää pitkin käsien rytmisissä, käsien liian suuri tai puutteellinen liike, vartalon liiallinen taaksenojoaminen. (Sandström ym. 2011, 299.)



### 3.3.2 Kuormitusvastevaihe

Alkukontaktivaihetta seuraa kuormitusvastevaihe, joka on ajallisesti 0 - 10 % kaksois-tukivaiheesta. Kuormitusvaiheen aikana käytetään kaikkia kehon joustomekanismeja iskunvaimennukseen. Kehon massakeskipisteen kiihtyessä alaspäin välittyy alustalta ylöspäin yhtä suuri, vastakkaisuuntainen voima. Tämän vaiheen suurena haasteena on saada jouston aikana keho etenemään. Alustalle laskeutuvan jalan lonkan ojentajalihakset aktivoituvat vetäen taaksepäin, jolloin massakeskipiste liikkuu nopeasti jalan päälle. Joustoliikkeessä alemman nilkkanivelen kantaluu kääntyy eversioon (ulospäin). Säären lähestyessä jalkaa, alkaa ylemmän nilkkanivelen dorsifleksio. Kantakalvoon (plantaarifaskia) syntyy lyhytaikainen venytys jalan mediaalisen kaaren hieman laskeutuessa. Jalan etuosa supinoituu keskiosan pitkittäisakselin suhteen. Polvi koukistuu 10 - 15 astetta (fleksio), myös lonkka koukistuu. Lantio joustaa hieman posterioriseen rotaatioon päin, jolloin koko ranka joustaa ja alaselkä vapautuu. (Sandström ym. 2011, 299 - 300.)

Jalan alla ja sääressä varpaiden koukistajalihakset (fleksorit) jarruttavat eksentrisesti jalan painumista latuskaan. Jalan alapuoliset sidekudosrakenteet, kuten plantaarifaskia pysäyttävät pitkittäisen kaaren laskeutumisen, interrosseus-ligamenttien ja intrinsic-lihasten estäessä jalan liiallista leviämistä. Leveä kantalihas (soleus) vaikuttaa painopisteen pudottamiseen jarruttavasti. Peroneus longus ja tibialis posterior lisäävät eksentrisesti jalan etuosan painetta alustaa vasten ehkäisten jalan pitkittäiskaarien täydellisen latistumisen pohjelihaksen kantaluuta nostavassa vaikutuksessa. Nelipäinen reisilihas (quadriceps) estää polvea koukistumasta liikaa. Hamstring-lihakset, iso lähentäjilihas ja iso pakaralihas rajoittavat lonkkanivelen liiallista fleksiosuuntaista joustoa. Lonkan loitontajalihakset (gluteus maximus, -minimus ja -medius, tensor fascia latae, piriformis) rajoittavat liian suurta lonkan adduktiosuuntaista joustoa. Lonkan ulkokiertäjät estävät lonkan liian suurta sisäkiertoa. (Sandström ym. 2011, 300 - 301.)

Kuormitusvastevaiheeseen liittyy joitakin yleisiä virheitä. Mikäli polvi ei koukistu riittävästi joustoon, jää painopiste liian taakse ja kasvattaa liukastumisriskiä. Ilman polven riittävää joustoa isku välittyy lonkkaniveleen, joka kompensoi tilannetta liian suurella lähennyksellä (adduktio). Samalla lonkkaan syntyy sisäkierto ja nilkkaan pronaatio, jolloin paino siirtyy jalassa sisäreunaa kohti. Mikäli painonsiirto on vajavaista ja paino jää jalan sisäreunalle, jalan ja nilkan yhteisvirheenä syntyy ylipronaatio ja jalan mediaa-

linen kaari putoaa. Jos ylävartalon painopiste jää taakse, viivästyy takaa tulevan reiden saksausliike. (Sandström ym. 2011, 301.)

### 3.3.3 Keskitukivaihe

Keskitukivaihe ja sen jälkeen tuleva päätöstukivaihe ovat yhden jalan tukivaiheina tasapainon kannalta haastavimmat kävelyn vaiheet. Keskitukivaihe on ajallisesti 10 - 30 % yhden jalan tukivaiheesta. Siinä vartalon eteneminen tapahtuu ylemmän nilkkanivelen yli. Sagittaalitasolla suurimmaksi vaikeudeksi muodostuu vartalon kannattelu samalla linjalla ja polven ylijennuksen estäminen. Horisontaalitasolla rintakehän ja lantion rotaatioiden ollessa lähellä neutraalia vartalon rotaatiosuunta muuttuu. Keskitukivaiheen lopussa taipuu nilkka noin 10 asteen dorsifleksioon. (Sandström ym. 2011, 301 - 302.)

Keskitukivaihe jaetaan varhaiseen ja myöhäiseen vaiheeseen. Varhaisessa vaiheessa jalan päälle tulee täysi kuormitus jakautuen jalan etuosan ja takaosan välille melko tasapuolisesti. Aluksi painoa on jonkin verran jalan lateraaliosalla (ulommalla) pitkittäiskäärällä, vaikka mediaaliosassa (jalan sisäreuna) onkin joustoa jalan keskiosan ja alemman nilkkanivelen pronaation vuoksi. Massakeskipisteen liikkua eteenpäin siirtyä kuormitus enemmän jalan etuosaan. Keskitukivaiheen myöhäisessä vaiheessa alkaa alemman nilkkanivelen pronaatio vähentyä ja siirrytään resupinaatiovaiheeseen. Kantaan eversiosuuntainen liike muuttuu supinaatioosuutaiseksi. Painonsiirto on tärkeää viedä kunnolla jalan päälle loppuun asti. Painonsiirron jäädessä vajaan paino jää jalan sisäkaarelle eikä yllä ulkokaarelle, jolloin kävelijä altistuu ylipronaatiolle. Ylipronaation kompensatona on usein flexor hallucis longuksen (isovarpaan pitkä koukistajalihas) yliaktivoituminen, jonka seurauksena voi olla ennen pitkään isovarpaan tyvinivelen jäykistyminen. Nilkan ylipronaatiohäiriö aiheuttaa myös säären sisäkierron lisääntymisen, ja virheasento siirtyy reiteen ja lonkkaniveleen häiriten lantion asennon hallintaa. Lantion tuen hävitessä liikehäiriö vaikuttaa myös lannerankaan, rintarankaan ja koko kehoon. (Sandström ym. 2011, 302 - 303.)

Keskitukivaiheeseen ei varsinaisesti liity vauhtia lisäävää lihastyötä, vaan hankittu vauhti siirtyy hitausvoimalain mukaisesti. Pohjelihas tekee eksentristä työtä liikkeen aikana samoin kuin lonkan loitontajat, jotka kiristävät samalla tractus iliotibialiksen suoliluun harjanteen ja säären ulkosivun välillä kasvattaen polven sivusuuntaista stabiili- teettä. Vahvat lonkan loitontajat antavat tuen lantiolle ja selkärangalle vakauttaen lan-

tiota sivusuunnassa. Selän posturaalisten lihasten normaali aktivaatio pitää yllä ryhtiä. Poikittainen vatsalihas säilyy koko kävelysyklin ajan aktiivisena. Jalkapohjan intrinsic-lihakset aktivoituvat vaiheen lopussa. Tibialis posterior (taaempi säärilihäs) ja peroneus longus avustavat resupinaation aikana jalan etuosan ja keskiosan stabiloimisessa valmistamalla jalkaa kannan kohotukseen. (Sandström ym. 2011, 303.)

Keskitukivaiheeseen liittyy joitakin yleisiä virheitä. Puutteellinen painonsiirto tukijalalle aiheuttaa nilkan ylipronaation ja koko alaraajan sisäkiertovirheen. Jäykkä nilkkanivel, nilkan etuosan kipu tai kireä gastrocnemius (kaksoiskantalihas) saattavat rajoittaa nilkan dorsifleksiota johtaen kompensaatiomekanismeihin. Ensimmäisenä kompensaationa on ponnistamatta jättäminen, joka johtaa pohjelihasatrofiaan sekä laskimopumppumeکانismin heikkenemiseen ja nilkan turvotukseen. Toinen kompensaatio on kannan varhainen kohottaminen, jonka seurauksena pohjelihas ja achilles-jänne lyhenevät ja kiristyvät entisestään. Kolmas kompensaatio kääntää liikkeen ylemmältä nilkkaniveleltä alemmalle sekä jalan keskiosan nivelille aiheuttaen subtalaarinivelen ja keskitarsaalivon voimakkaan ylipronaation jalan etuosan voimakkaan supinaation lisäksi. Polven yliojennus puolestaan aiheuttaa reiden sisäkierron päästäen lantion sivusuuntaiseen liikkeeseen. Tukipuolen lonkan liian suuri adduktiojousto aiheuttaa vastakkaisen lantionpuoliskon putoamisen liian alas. Tukilonkassa voi olla liian suuri sisäkierto. Mikäli lonkan loitontajat ja niiden hallinta ovat liian heikot, ne voivat aiheuttaa selän alueelle toimintavirheen. Tällöin selässä ilmenee skolioosin kaltainen sivutaivutus tai ylävartalon painonsiirto on lateraalisesti ylikorostunut heikon lonkan tukijalan yli. (Sandström ym. 2011, 303.)

### 3.3.4 Päätöstukivaihe

Päätöstukivaihe (terminal stance) tunnetaan myös kannan kohotuksena, ja se vastaa ajallisesti 30 - 50 % yhden jalan tukivaiheesta. Keskitukivaiheen liike jatkuu päätöstukivaiheessa kantapään noustessa alustalta aluksi passiivisesti. Vaiheen alussa ponnistusta ei tapahdu, vaikka nilkan plataarifleksion vastaavat lihakset ovatkin aktiiviset. Vapaa jalka heilahtaa eteen ja valmistautuu vastaanottamaan seuraavan vaiheen aikana painon. Samalla massakeskipiste siirtyy toisen jalan etupuolelle koko päkiälle kohti 1:n ja 2:n jalkapöydänluun päiden väliä (I ja II:n metatarsaalien distaalipäiden väli). Varpaiden tyvinivelet kääntyvät ojennukseen. Taaemman jalan lonkka ojentuu saman puolen käsi-

varren ja lapaluun liikkussa samalla eteen. Lantion kiertyessä horisontaalitasolla taaksejäävän jalan suuntaan kiertyy rintakehä vastaliikkeenä käden johtamaan suuntaan. Sagittaalitasolla kiertyy takajalan puoleinen lantionpuolisko anteriorisesti ja vastakkaisen puolen lantionpuolisko posteriorisesti. Eteenpäin ponnistus tapahtuu vaiheen lopuksi pohjelihaksen supistuessa ja aiheuttaessa nilkan plantaarifleksion. Kehon massakeskipiste liikkuu kohti vastakkaista puolta, ja kuormitus siirtyy jalan etuosassa enemmän sisäreunalle. Nilkan samanaikainen supinaatio aikaansaa säären ja koko alaraajan kiertymisen ulkokiertoon. Lonkkanivelen ulkokierto antaa lantiolle posteriorisen kiertotuen. (Sandström ym. 2011, 303 - 304.)

Subtalarisupinaatio on osa päätöstukivaihetta. Nilkkaa vakauttavat pohjelihas, taaempi sääريلihaksen ja peroneus longus. Intrinsic-lihakset tukevat jalan poikittaista kaarta ja lisäävät etuosan jänteyttä. Varpaiden ekstension ja taaemman sääريلihaksen aktivoitumisen myötä jalan sisempi pitkittäiskaari kohoaa, kantakalvo ja plantaariset rakenteet kiristyvät lisäten jalan vakautta. Mediaalikaaren kohoamisen myötä jalka lyhenee. Lonkan ojennus on normaalisti tasaisella alustalla käveltäessä passiivinen. Vatsalihakset ja selkäpuolen kiertäjät osallistuvat lantion ja rintakehän väliseen kierto- ja kiertoliikkeeseen. Tukijalan lonkan loitontajat ja ulkokiertäjät saavat aikaan vastapuolen lantion kohoamisen hieman ylempään. (Sandström ym. 2011, 304.)

Päätöstukivaiheeseen liittyy joitakin yleisiä virheitä. Ponnistavan jalan pitkittynyt pro-naatio aiheuttaa raajaan sisäkierron. Ilman supinaatiota paino jää jalan sisäreunalle ja jalan mediaaliset rakenteet ylivenyvät. Jalka latuskoituu. Lantion ja rintakehän välinen horisontaalitasoon kierto voi jäädä vajaaksi. Lannerankaan voi tulla liian suuri notko (hyperlordoosi). Ponnistus voi olla liian varhainen tai se voi jäädä puuttumaan. (Sandström ym. 2011, 305.)

### **3.3.5 Esiheilahdusvaihe**

Heilahdusvaihe jakautuu neljään osaan, joista ensimmäinen on esiheilahdusvaihe, joka on ajallisesti 50-60 % keskitukivaiheesta. Kahdessa ensimmäisessä heilahdusvaiheessa lonkkanivel toimii liikeakselina reisiluun heilahtaessa eteenpäin. Kahdessa viimeisessä heilahdusvaiheessa liikeakselina toimii polvinivel sääriluun heilahtaessa eteen. Esiheilahdusvaiheessa heilahtavan raajan jalka on yhä kiinni alustassa, ja se tunnettiin aiem-

min varvastyöntönä. Vastapuolen jalan laskeutuessa alustalle alkaa kaksoistukivaihe. Ponnistus on tapahtunut päätöstukivaiheen lopussa, eikä paino ole enää takimmaisena jalan varassa reiden aloittaessa heilahduksen eteenpäin. Liike rullaa päkiän yli I ja II metatarsaaliluiden päiden välistä. Lantio kiertyy heilahtavalla puolella horisontaalitasolla eteenpäin ja sagittaalitasolla posterioriseen rotaatioon aiheuttaen lonkankoukistajien venytyksen. Reisi aloittaa heilahdusliikkeen lonkankoukistajien venytyksen ollessa riittävä. Vartalon kierrot horisontaalitasolla ja lapaluiden asento neutralisoituvat käsien lähestyessä kylkiä. Lonkan koukistajat ovat aktiivinen lihasryhmä esiheilahdusvaiheessa venytysrefleksin vuoksi. Pohjelihaksessa (gastrocnemius) on aktiviteettia, ja yhdessä inertian vaikutuksen kanssa se saa aikaan polven koukistumisen. Jalan poikittainen kaari pysyy kohotettuna, ja varpaiden linjaus säilyy jalkapohjan intrinsic-lihasten aktivaation avustamana. (Sandström ym. 2011, 305 - 306.)

Esiheilahdusvaiheeseen liittyy joitakin yleisiä virheitä. Jalka saattaa kääntyä ulospäin abduktioon, minkä seurauksena rullaus etenee jalan sisäreunan kautta. Jalan kääntyessä sisään päin addukktioon rullaus etenee jalan ulkoreunaa pitkin. Lantion horisontaalisen rotaation ollessa riittämätön edellisessä vaiheessa lonkan koukistajat eivät aktivoitu riittävästi ja polven heilahdus jää hitaaksi, minkä seurauksena seuraava vaihe epäonnistuu. (Sandström ym. 2011, 306.)

### **3.3.6 Alkuheilahdusvaihe**

Alkuheilahdusvaihe on yksi kolmesta vapaan heilahdusvaiheen vaiheista ja toinen reiden heilahdusvaiheista. Sen kesto on ajallisesti 60 - 73 % yhden jalan tukivaiheesta. Se alkaa esiheilahduksen päättyessä, jalan irrotessa alustalta ja päättyy heilahtavan jalan ohittaessa tukijalan nilkan. Vartalon kierrot neutralisoituvat horisontaalitasolla. Raajan tulisi heilahtaa omalla liike-energiallaan ja polven koukistua pääosin vauhdin ansiosta. Lonkan koukistajien tulee olla rentoina mahdollistaen raajan nopean eteen heilahduksen. Lantio kallistuu noin 4 - 5 astetta frontaalitasolla heilahtavan jalan puolelle. Nilkka pysyy melko rentona liikkeen aikana, säären etupuolen lihaksissa voi olla hieman aktiviteettia. (Sandström ym. 2011, 306 - 307.)

Alkuheilahdusvaiheessa alaraajan lihakset eivät juurikaan tee lihastyötä liikkeen aikana. Hamstring-lihakset ovat rennot, lukuun ottamatta kaksipäisen reisilihaksen lyhyttä päätä

(biceps femoris, caput brevis), joka avustaa polven koukistumista. Polvitaivelihäs (popliteus) saa aktiivaatiollaan aikaan pienen sisäkiertovoiman vastaliikkeenä säären ulkokiertovoimaan pitäen säären linjassaan. Alkuheilahdusvaiheen yleisimpänä virheenä on polven liian hidas liike eteenpäin, jonka kompensaaiona jalka kiertää ulkokautta eteen nilkan joutuessa dorsifleksioon liian varhain. (Sandström ym. 2011, 307.)

### **3.3.7 Keskiheilahdusvaihe**

Keskiheilahdusvaihe on ajallisesti 73 - 87 % yhden jalan tukivaiheesta. Se on kahdesta säären heilahdusvaiheesta ensimmäinen, ja sen aikana reisiluun kulman pysyessä samana sääri liikkuu eteenpäin polvinivelen toimiessa liikeakselina. Vartalon rotaatiot kasvavat horisontaalisesti lantion kiertyessä heilahtavan jalan mukana eteenpäin ja rintakehä heilahtavan käden suuntaisesti taaksepäin. Säären eteen heilahdus tapahtuu suoran reisilihaksen (rectus femoris) ja inertian avulla. Säären etuosan lihaksissa (muun muassa tibialis anterior) on aktiivaatiota nilkan aloittaessa koukistumisen. Keskiheilahdusvaiheen yleisimmät virheet alkavat yleensä alkuheilahdusvaiheessa. Jalkaterä saattaa osoittaa liikaa ulospäin polven ollessa kääntynyt liiaksi sisäänpäin. (Sandström ym. 2011, 307.)

### **3.3.8 Loppuheilahdusvaihe**

Loppuheilahdusvaihe päättää askelsyklin ja on ajallisesti 87 - 100 % yhden jalan tukivaiheesta. Reiden pysyessä samassa kulmassa sääri jatkaa ojentumistaan aivan suoraksi asti polvinivelen toimiessa liikeakselina. Vartalo kiertyy päätepisteisiinsä horisontaalitasolla. Lantion kiertyessä eteen etummaisena alaraajan puolelta ja posterioriseen rotaatioon sagittaalitasolla kiertyy rintakehä heilahtavan käsivarren mukana taaksepäin. Käsi saavuttaa kävelyssä käytettävän liikeradan päätöspisteen lapaluun liukuessa taakse. (Sandström ym. 2011, 307 - 308.)

Nelipäinen reisilihas (quadriceps femoris) auttaa säären ojentumista. Iso pakaralihas (gluteus maximus) ja peitekalvon jännittäjälihas (tensor fascia latae) avustavat polven loppuojennuksessa. Takareiden lihakset estävät polven yliojentumista. Iso pakaralihas ja takareisi painavat raajaa alaspäin ja kannan alustaan. Säären etuosan lihakset saavat aikaan dorsifleksion ehkäisten jalan läpsähtämisen alustalle. Loppuheilahdusvaiheeseen

liittyy joitakin yleisiä virheitä. Polvi saattaa yliojentua ennen jalan osumista alustalle. Jalka saattaa osua alustaan myös polvi koukistettuna, jos säären heilahdus on jäänyt vajaaksi. Raaja saattaa olla ulkokierrossa tai nilkka deviaatiassa, minkä seurauksena jalka kääntyy liiaksi ulos. (Sandström ym. 2011, 308.)

### 3.4 Kävelyn muuttujat

Kävelyn analysointilaitteet tuottavat kävelystä muuttujia. Muuttujat jaetaan temporaaliin (esimerkiksi heilahdusvaiheen kesto) ja spatiaalisiin (esimerkiksi askelparin pituus). Muuttujat voidaan jakaa myös lateraalisiin (esimerkiksi oikean jalan tukivaiheen kesto) ja ei-lateraalisiin (esimerkiksi kävelynopeus). (Kauranen ym. 2010, 409.)

Yksi yleisimmistä kävelystä analysoitavista ei-lateraalista muuttujista on kävelynopeus, joka ansaitsee erityishuomion, sillä useimmat kävelyn parametreista riippuvat kävelynopeudesta. Kävelynopeuden yksikkö on m/s tai km/h. Aikuisen (18 - 80 v) terveen naisen kävelynopeus on 0,9 - 1,7 m/s (3,2 - 6,1 km/h) ja miehen 1,0-1,8 m/s (3,6 - 6,5 km/h). Kävelynopeus on riippuvainen kahdesta parametrasta, askeltiheydestä ja askelparin pituudesta. Askeltiheyden yksikkö on askelta/min tai askelta/s. Naisten askeltiheys on edellä mainituilla kävelynopeuksilla 95 - 150 askelta/min (1,6 - 2,5 askelta/s) ja miehillä vastaavat arvot ovat 80 - 150 askelta/min (1,3 - 2,5 askelta/s). Askelparin pituuden yksikkö on joko metri tai senttimetri, ja se on naisilla 1,0 - 1,6 m ja miehillä 1,1 - 1,9 m. Askelpari muodostaa yhden kävelyn syklin, johon kulunutta aikaa mitataan sekunteina. Naisten kävelyn syklin kesto on 0,9 - 1,3 s ja miesten 0,9 - 1,5 s. Kävelyn analyysissä raportoidaan yleensä myös kävelymatka, kokonaisaika sekä askelten määrä. (Kauranen ym. 2010, 409.)

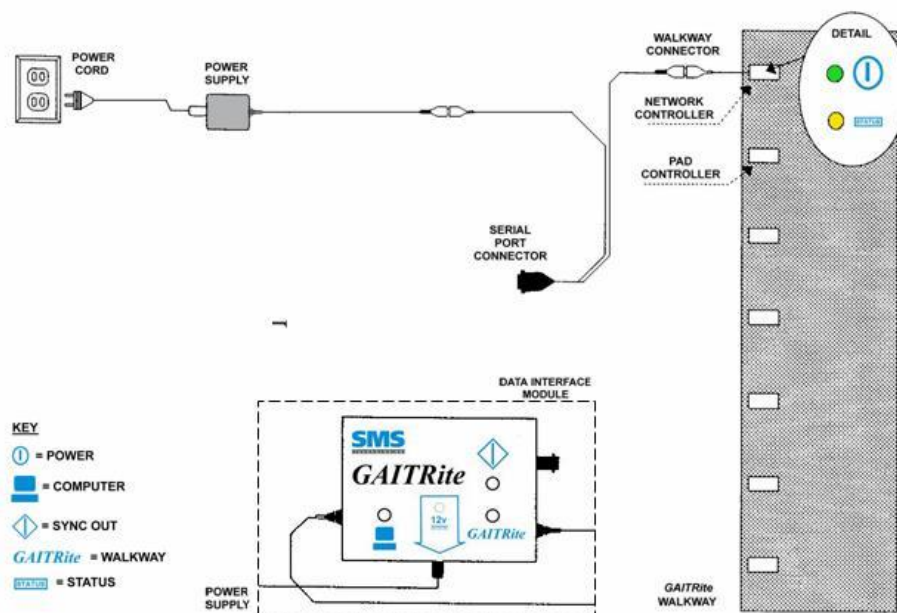
Kävelyn lateraalisia tekijöitä analysoidaan oikealle ja vasemmalle alaraajalle erikseen huomion kiinnittyessä puolieroihin. Näin saadaan käsitys kävelyn symmetrisyydestä. Askeleeseen ja sykliin käytetty aika sekä tuki- ja heilahdusvaiheen kesto ovat temporaalisia lateraalisia muuttujia. Niiden yksikkö on sekuntia tai millisekuntia. Tukivaiheen kesto verrataan heilahdusvaiheen keston suhteessa sekä kävelyn sykliin, ja yksikkönä on tällöin prosentti. Normaalisissa kävelyssä tukivaiheen tulisi olla kestoltaan noin 60 % ja heilahdusvaiheen noin 40 % kävelyn syklistä. Yhden jalan tukivaiheen tulisi kestää noin 400 - 500 ms, ja sen tulisi olla noin 30 - 40 % kävelyn syklistä. Kaksoistukivaihe

jakautuu alku- ja loppuvaiheen välille melko tasaisesti sen osuuden ollessa noin 20 % koko kävelyn syklistä. (Kauranen ym. 2010, 410.)

Askelpituus ja -leveys sekä jalkaterän sisä-/ulkokierto lukeutuvat spatiaalisiin lateraaliin muuttujiin. Askelpituuden ja -leveyden yksikkö on senttimetriä ja jalkaterän sisä-/ulkokierron astetta. Aikuisten askelpituus on 50 - 80 cm. Askelleveys mitataan kanta-päiden sisälaidoista, ja se on noin 5 - 15 cm. Jalkaterät ovat suurimmalla osalla ihmisistä tukivaiheen aikana noin 5 - 10 asteen ulkokierrossa, mutta ne voivat olla myös lieväsä sisäkierrossa ilman patologiaa. Ulkokierto ilmaistaan +-merkillä ja sisäkierto —merkillä. Lähes kaikilla ihmisillä esiintyy kävelyssä pieniä puolieroja, mikä kannattaa muistaa kävelyn symmetrisyyttä tutkittaessa. (Kauranen ym. 2010, 410.)

#### 4 KÄVELYN ANALYYSILAITE GAITRITE

Gaitrite-järjestelmä mittaa automaattisesti kävelyn eri muuttujia. Laitteistoon kuuluvat kävelymatto ja tietokone. Maton sisään on asennettu seitsemän anturikenttää. 48 x 288 anturin verkon pinta-ala on 427 cm pitkä ja 61 cm leveä. Antureita on yhteensä 16128 niiden keskinäisen välimatkan ollessa 1,27 cm. Kävelymatto on helppo siirtää, eikä sen asennus vaadi pitkiä asennusaikoja. Järjestelmä rekisteröi liikkeen matossa olevien antureiden avulla. Tietokoneohjelma laskee erilaisia kävelyn muuttujia mittauksissa saatujen tietojen perusteella. (GAITRite Käyttöohje 2007, 4.)



Kuva 1. Gaitrite-kävelynanalyysilaitte, GAITRite operating manual 2013.



#### 4.1 Funcional Ambulation Profile (FAP)-pisteet

FAP (Functional Ambulation Profile- Toiminnallinen kävelyprofiili) -pisteytyksen kehittäjä on Dr. Arthur Nelson. Pisteytyksen tarkoituksena on ajan ja etäisyyksien mittaamisen perusteella tarjota yksi kävelyä kuvaava luku, jonka avulla voidaan seurata tutkitavan kehitystä. Lisäksi se antaa tietoa analyysien esittämiseksi tai tueksi. (GAITRite Käyttöohje 2007, 4.)

Gaitrite laskee FAP-arvon automaattisesti antaen pisteytyksen nolasta sataan. Terveen ihmisen pistemäärä vaihtelee välillä 95-100. Pisteiden laskun tietokone suorittaa tiettyjen muuttujien perusteella ja vertaamalla niitä terveen ihmisen arvoihin. Jokaisella muuttujalla on tietty prosentuaalinen vaikutus kokonaispistemäärään. Apuvälineen käyttö alentaa pistemäärää 5 %. FAP-pisteet helpottavat tulosten tulkintaa asiakkaiden näkökulmasta verrattuna erillisiin muutoksiin kävelyn eri vaiheissa. (GAITRite operating manual 2013.)

#### 4.2 Gaitriten tuottamat tulosmuuttujat

Gaitrite antaa lukuisia eri tulosmuuttujia asiakkaan kävelystä. Laite laskee yhteensä 20 tulosmuuttujaa tuottaen numeerista tietoa kävelystä. Gaitritella saadaan näin vertailukelpoista informaatiota kävelystä ja se on monin verroin perinteistä havainnointia tarkempi.

1. Step time (sek.) left/right: Jalan 1. kontaktista vastakkaisen puolen jalan 1. kontaktiin kulunut aika, askeleen keskimääräinen kesto.
2. Cycle time (sek.) left/right: Jalan 1. kontaktin ja saman jalan 1. kontaktin seuraavalla askeleella välinen aika, askelparin keskimääräinen kesto.
3. Step length (cm) left/right: Vastakkaisten jalkojen kantaiskujen geometrinen keskipisteiden välinen etäisyys etenemissuunnassa. Negatiivinen arvo tarkoittaa, ettei jalkaa kyetä tuomaan vastakkaisen jalan ohi.
4. Stride length (cm) left/right: Saman puolen jalan kahden peräkkäisen kantaiskujen geometrinen keskipisteiden etenemissuunnassa mitattu etäisyys, askelparin pituus.
5. H-H base of support/ Base width (cm) left/right: Jalkojen kantaiskujen geometrinen keskipisteiden keskimääräinen suorakulmainen etäisyys etenemissuunnassa, kävelyn raideleveys.

6. Single support, %GC, left/right: Askeleen viimeisen kontaktin ja saman jalan seuraavan askeleen ensimmäisen kontaktin välinen aika ilmoitettuna prosenttiosuutena askelparin kestosta. Arvo on sama kuin vastakkaisen jalan heilahdusaika. Yhden jalan tukivaiheen kesto.
7. Double support, %GC, left/right: Tarkasteltavan askeleen ensimmäisen kontaktin ja vastakkaisen jalan viimeisen kontaktin välinen aika + tarkasteltavan askeleen viimeisestä kontaktista vastakkaisen jalan seuraavan askeleen ensimmäiseen kontaktiin kulunut aika. Kaksoistukivaiheen kesto.
8. Swing, %GC, left/right: Saman jalan askeleen viimeisen kontaktin ja seuraavan askeleen ensimmäisen kontaktin välinen aika esitettynä saman jalan askelparin keston prosenttiosuutena. Heilahdusaika.
9. Stance, %GC, left/right: Askeleen ensimmäisen ja viimeisen kontaktin välinen aika esitettynä saman jalan askelparin keston prosenttiosuutena. Tukivaiheen kesto.
10. Step/Extermity Ratio: Askeleen pituus suhteessa saman puolen alaraajan pituuteen. Askeleen ja raajan pituuden suhde.
11. Toe In/ Out (astetta), left/right: Kantaiskun geometrisen keskipisteen ja päkiän keskipisteen ja kävelyn etenemissuunnan välille muodostuvan suoran kulma. Ulospäin oleva kulma antaa positiivisen arvon ja sisäänpäin oleva kulma negatiivisen. Varvaskulma.
12. Distance (cm): Askeleiden kantaiskujen välinen etäisyys.
13. Ambulation time (sek.) Aika, joka kuluu ensimmäisen askeleen ensimmäisestä kontaktista viimeisen askleen viimeiseen kontaktiin. Rekisteröintiäika.
14. Velocity (cm/sek.): Matkan ja ajan suhde. (Distance/Ambulation time). Kävelynopeus.
15. Mean normalized velocity: Kävelynopeus suhteessa alaraajan pituuteen. Nopeus/alaraajojen pituuden keskiarvolla.
16. Number of steps: Rekisteröinnissä käytetty askelten lukumäärä.
17. Cadence (Steps/Min.): Askelten arvioitu lukumäärä minuutissa. Kävelyn taajuus.
18. Step time differential (sek.): Askelten keston keskimääräinen ero oikean ja vasemman jalan välillä.
19. Step length differential (cm): Askelten pituuden keskimääräinen ero oikean ja vasemman jalan välillä.
20. Cycle time differential (sek.): Askelparien keston keskimääräinen ero oikean ja vasemman jalan välillä. (GAITRite Käyttöohje 2007, 114.)

### 4.3 Tutkimus: Gaitrite-järjestelmän eri testikertojen välinen toistettavuus kuntoutuksessa olevilla aivohalvauspotilailla

Tutkimuksen tarkoituksena oli määrittää Gaitrite-järjestelmän eri testikertojen välinen toistettavuus mitattaessa spatiotemporaalisia parametrejä laitoskuntoutuksessa olevilla aivohalvauspotilailla sekä tutkia, vaikuttaako kävelykyky eri testikertojen väliseen toistettavuuteen. Tutkimukseen osallistui 21 laitoskuntoutuksessa olevaa yhden aivohalvauksen saanutta potilasta. Osallistujat jaettiin motorisen tason arviointitestin (MAS) 5. osion tuloksen perusteella huonoihin ja hyviin kävelijöihin. Osallistujat kävelivät valitsemallaan nopeudella kaksi kertaa Gaitrite-kävelymatolla kahdella eri testikerralla. Kahden testikerran ja testiryhmien välisten spatiotemporaalisten kävelyparametrien luokan sisäiset korrelaatiokertoimet (ICC2,1) ja 95 %:n yhdenmukaisuusrajoitukset määritettiin. (Kuys, Brauer & Ada 2011, 1848.)

Tutkimuksen tuloksena kävelyparametreissä ei havaittu eroja kahden testikerran välillä. Eri testikertojen toistettavuus oli hyvä tai erinomainen koko ryhmällä, ICC2,1-arvon vaihdella 0,72:sta 0,94:ään. Kävelykyky vaikutti tuloksiin siten, että sekä huonoilla kävelijöillä että hyvillä kävelijöillä toistettavuus oli melko hyvä. Tästä voidaan päätellä, että Gaitrite-järjestelmän testikertojen välinen toistettavuus tämän kuntoutuksessa olevista, yhden aivoinfarktin saaneista potilaista koostuvalla ryhmällä vaikuttaa olevan hyvä. Testin toistettavuus vaikuttaa olevan hieman parempi huonojen kävelijöiden kohdalla. (Kuys ym. 2011, 1848.)

Tämän tutkimuksen tutkimuskysymykset olivat:

- 1.) Mikä on Gaitrite-järjestelmän testikertojen välinen toistettavuus mitattaessa omavalintaisen kävelynopeuden spatiotemporaalisia parametrejä laitoskuntoutuksessa olevilla aivohalvauspotilailla?
- 2.) Onko testikertojen välinen toistettavuus huonompi huonoilla kävelijöillä kuin hyvillä kävelijöillä? (Kuys ym. 2011, 1849.)

Tulokseen laskettiin kunkin testauskerran kahden kävelykokeen keskiarvot seuraavista spatiaalisista ja temporaalisista parametreista: kävelynopeus (m/s), tahti (askelta minuutissa), askelpituus (m) (halvaantunut ja ei-halvaantunut raaja), askelaika (s) (halvaantunut ja ei-halvaantunut raaja) ja maakosketusvaiheen prosenttiosuus kävelysyklissä (halvaantunut ja ei-halvaantunut raaja). Tietojakauman normaaliutta tutkittiin SPSS:n vää-

ristymätilastojen avulla. Kahden eri testauskerran kävelyparametrien testikertojen välinen toistettavuus määritettiin ICC<sub>2,1</sub>-kerrointen avulla. Kahden eri testauskerran välinen ero määritettiin parittaisten t-testien avulla, ja testauskertojen välinen yhtäpitävyys määritettiin Bland-Altmanin kuvion 95 %:n yhtäpitävyysrajojen avulla. (Kuys ym. 2011, 1850 - 1851.)

Tutkimus osoittaa, että Gaitrite-järjestelmän eri testauskertojen välinen toistettavuus on yleisesti ottaen hyvä tai erinomainen. Kuntoutuksessa olevista halvauspotilaista koostuvan ryhmän spatiotemporaalisten kävelyparametrien mittauksen yhdenmukaisuustaso on kokrea. Eri testikertojen välinen toistettavuus on erinomainen. Testikertojen välistä toistettavuutta ei kuitenkaan voida olettaa aivohalvauspotilailla, joiden kävelykyvyssä on huomattavia häiriöitä. Tutkimuksessa kävi ilmi, että kävelykyky näyttää vaikuttavan testauskertojen väliseen toistettavuuteen. Hyvillä kävelijöillä toistettavuus oli kohtalainen tai hyvä. Huonoilla kävelijöillä tutkimuksessa ei havaittu suurempaa vaihtelua. (Kuys ym. 2011, 1852.)

## **5 TOIMEKSIANTAJA**

Opinnäytetyöni toimeksiantajana toimii ammattikorkeakoulun fysioterapiapiste Fysiotikka, jossa opiskelijat voivat suorittaa osan harjoittelusta. Palvelun toteuttajina toimivat fysioterapeuttiopiskelijat sekä ohjaava fysioterapeutti Juha Jalovaara. Fysiotikan asiakkaita ovat esimerkiksi urheiluseurat, yritykset, yhdistykset sekä yksityiset ryhmät ja henkilöt. Fysiotikkaan tulee asiakkaita julkisen terveydenhuollon lääkäreiden lähettäminä erilaisten toimintakykyongelmien, tuki- ja liikuntaelinongelmien tai sairauksien takia. Myös kouluterveydenhuollon kautta tulee osa asiakkaista. Fysiotikka tekee myös yhteistyötä erilaisten potilasjärjestöjen, kuten aivohalvaus- ja afasiayhdistyksen, kanssa. Fysiotikassa käy melko vähän avh- potilaita, lähinnä erilaisissa toimintakykymittauksissa, mutta heille järjestetään myös pienimuotoista kuntoutustoimintaa. Fysiotikassa järjestetään avh-potilaille muun muassa painokevennettyä kävelyharjoittelua. Ensimmäiset opiseklijat ovat olleet käytännön harjoittelussa Fysiotikassa vuonna 2009. Gaitrite-kävelyanalyysilaitte on otettu käyttöön Fysiotikassa keväällä 2011, ja sitä on käytetty fysioterapeuttikoulutuksessa sekä kliinisessä potilastyössä.

## 6 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Opinnäytetyössä analysoidaan avh-potilaan kävelyä Gaitrite-kävelynanalyysilaitteella. Tutkimuksen tarkoitus on tutustua Gaitrite-laitteeseen ja arvioida sen käytettävyyttä avh-potilaan kävelynanalyysissä. Opinnäytetyössä tutkitaan avh-potilaan kävelynanalyysin kannalta olennaisia Gaitriten tuottamia kävelynparametrejä kyseisen asiakkaan kohdalla. Tarkoituksena on löytää ne Gaitrite-laitteen tuottamat parametrit, joiden arvot poikkeavat olennaisesti normaalin kävelyn vastaavista arvoista. Toivon, että tulosten pohjalta osattaisiin kiinnittää huomiota oikeisiin kävelyn parametreihin, mikä puolestaan voisi antaa suuntaa oikeanlaisten harjoitteiden valitsemiseen fysioterapiassa kävelykyvyn parantamiseksi. Ajatuksena on helpottaa kyseisen aivoverenkiertohäiriöpotilaan Gaitrite-laitteella suoritettujen kävelyn analyysin tulosten tulkitsemista. Opinnäytetyössä tarkastellaan myös keskeisiä kävelyn analyysin muuttujia ja avataan niiden merkitys toimeksiantajalle. Toivon, että tutkimukseni antaisi ideoita avh-potilaan kuntoutustulosten tarkempaan seurantaan ja analysointiin Gaitritelaitteen avulla. Tulosten analysoinnissa verrataan Gaitrite-laitteella saatuja avh-potilaan kävelyn muuttujia viitearvoihin ja tutkitaan, mitkä kävelyn parametrit häiriintyvät ja mitä parametreja Gaitritellä on mahdollista seurata kyseisen asiakkaan kohdalla. Laitteen käytettävyyttä ja mittaus-tulosten hyödyllisyyttä on tarkoitus arvioida avh-potilaan terapian seurannassa.

Tutkimusongelmat:

- 1) Miten aivoverenkiertohäiriökuntoutujan kävely poikkeaa normaalikävelystä Gaitrite-laitteella mitattuna kyseisen kuntoutujan kohdalla?
- 2) Missä kävelyn parametreissa tapahtuu muutosta fysioterapian edetessä Gaitrite-laitteella mitattuna?
- 3) Kohtaavatko asiakkaan oma tuntemus kävelykyvyn edistymisestä Walk-12-kyselyllä mitattuna Gaitrite-laitteella saatujen tulosten kanssa?

## 7 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Gaitrite-laitteella tehtiin kolme mittausta samalle asiakkaalle neljän kuukauden aikana säännöllisin väliajoin, kuukauden välein ja mittaustuloksia vertaillaan keskenään. Näin saatiin käsitys Gaitrite-laitteen tuottamista parametreista, jotka muuttuvat terapian edetessä ja kävelykyvyn mahdollisesti parantuessa. Asiakkaan kävelyä tutkittiin käve-

lynapuvälineen (kävelykeppi) kanssa ja ilman sitä. Tutkimuksessa oli tarkoitus tutustua Gaitrite-laitteen käyttöön ja tutkia sen käytettävyyttä aivoverenkiertohäiriöpotilaan kävelyn analyysissä. Aivoverenkiertohäiriöpotilaan kävelyn parametrejä verrattiin Gaitrite-laitteen tuottamiin viitearvoihin ja tutkittiin, mitkä parametrit kävelyssä häiriintyvät.

Laitteen käytettävyydestä aivoverenkiertohäiriöpotilaan kävelyn analyysissä kertovat sellaiset parametrit, joiden arvot selvästi poikkeavat viitteellisistä parametriarvoista, koska näin saadaan käyttökelpoista dataa fysioterapian suunnitteluun. Ajatuksena on myös seurata aivoverenkiertohäiriöpotilaan kävelyn kehittymistä terapian edetessä, mutta työ on rajattu siten, ettei terapian vaikuttavuutta arvioida sen enempää. Walk-12-kyselyllä seurattiin asiakkaan omia tuntemuksia aivoverenkiertohäiriön vaikutuksista kävelyyn, ja se tehtiin kunkin mittauskerran yhteydessä. Tarkan kävelyanalyysin tekeminen avh-potilaalle ohjaa kävelyssä ilmenevien ongelmien parempaan tiedostamiseen, joka puolestaan ohjaa tehokkaamman kuntoutusohjelman luomiseen. Opinnäytetyössä tutustutaan myös aivoverenkiertohäiriösairauksiin ja kävelyn analyysiin.

## **7.1 Asiakas ja fysioterapia**

Opinnäytetyöni toteutettiin yhdelle koeasiakkaalle, joka on avh-potilas ja jolla on rajoituksia kävelyssä. Hän on 56-vuotias mies, joka on saanut aivohalvauksen vuonna 2006. Aivoinfarkti oli tullut pikkuaivojen alueelle, oikealle puolelle. Asiakkaan mukaan halvaus oli johtunut sydämen keinoläpästä. Halvauksesta johtuen hän sairastaa epilepsiaa. Asiakas käy kaksi kertaa viikossa fysioterapiassa ja kerran viikossa allasterapiassa. Fysioterapiassa hän harjoittelee muun muassa steppikorokkeen ylimenoa, soutulaitteella soutamista, käsiharjoituksia sekä halvaantuneen käden sormien passiivisia liikkeitä ja rentoutusta.

Asiakas kokee pärjäävänsä arjessa hyvin, mutta tarvitsee kuitenkin pukeutumisessa ja peseytymisessä apua. Hän kokee myös ruoanlaiton vaikeutuneen ja kertoo käyttävänsä painavaa paistinpannaa, ettei se pääse liikkumaan. Sairaus vaikuttaa kävelyyn paljon, ja asiakas kertoo 100 metrin kävelymatkan vastaavan terveen kilometrin kävelymatkaa. Hän arvioi kävelykykynsä asteikolla 1-10, jossa 1 on heikoin mahdollinen kävelykyky ja 10 paras mahdollinen kävelykyky, olevan 4. Epätasaisella alustalla kävely ei onnistu ja esimerkiksi metsässä kävelyä asiakas ei pysty harrastamaan. Lumessa kävely on niin ikään vaikeaa. Kävelyn apuvälineenä on yksipistekeppi, ja kesäisin hän käyttää pe-

roneustukea. Kertomansa mukaan asiakasta huimaa joskus, minkä vuoksi ei halua liikua avarissa ja korkeissa paikoissa. Hän välttelee esimerkiksi isoja kauppoja. Portaissa liikkuminen on niin ikään vaikeaa, asiakkaan täytyy edetä askel kerrallaan ja laskeutuminen on nousemista hankalampaa. Asiakkaalle on tehty metitur-tasapainotesti, jonka mukaan hänen tasapainonsa oli selvästi keskitasoa heikompi. Asiakas asuu avovaimonsa kanssa vuonna 2003 rakennetussa paritalossa, jossa on 3 porrasta ja sisällä ei ole kynnyksiä. Asuntoon ei ole tehty muutostöitä.

## 7.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmänä tutkimuksessani on tapaustutkimus, jossa käytetään kvantitatiivista otetta. Tapaustutkimuksella saadaan yksittäistapauksesta tai pienestä joukosta tapauksia, jotka ovat suhteessa toisiinsa yksityiskohtaista ja intensiivistä tietoa. Siinä valitaan tyypillisesti tilanne, yksittäinen tapaus tai joukko tapauksia. Tutkimus toteutetaan luonnollisissa tilanteissa yhteydessä ympäristöön. Aineiston keräys toteutetaan useilla eri metodeilla, joita ovat muun muassa havainnointi, haastattelu ja dokumenttien tutkiminen. Tapaustutkimuksen tavoite on useimmiten kuvailla ilmiötä. (Hirsijärvi, Remes & Sajavaara 1997, 130 - 131.)

Kvantitatiivisen tutkimuksen keskeisiä piirteitä ovat:

- 1) Aiemmin esitetyt teoriat
- 2) Käsitteiden määrittäminen
- 3) Suunnitelmat koejärjestelyjä tai aineiston keruuta varten, joissa havaintoaineiston tulee soveltua määrälliseen, numeeriseen mittaamiseen
- 4) Taulukkomuotoiset muuttujat

(Hirsijärvi, Remes & Sajavaara 1997, 136).

Tapaustutkimus määritellään empiiriseksi tutkimukseksi, joka monin tavoin hankittuja tietoja käyttäen tutkii tapahtumaa tai toimivaa ihmistä tietyssä ympäristössä. Tutkittavaa ilmiötä pyritään ymmärtämään syvällisemmin. Tapaustutkimuksen liittyy kysymys: Mitä voidaan oppia yhdestä tapauksesta? Tapaus ei yleensä ole yleistettävissä. Kvalitatiivinen tutkimus on yleensä tapaustutkimusta. (Metsämuuronen 2006, 90 - 92.)

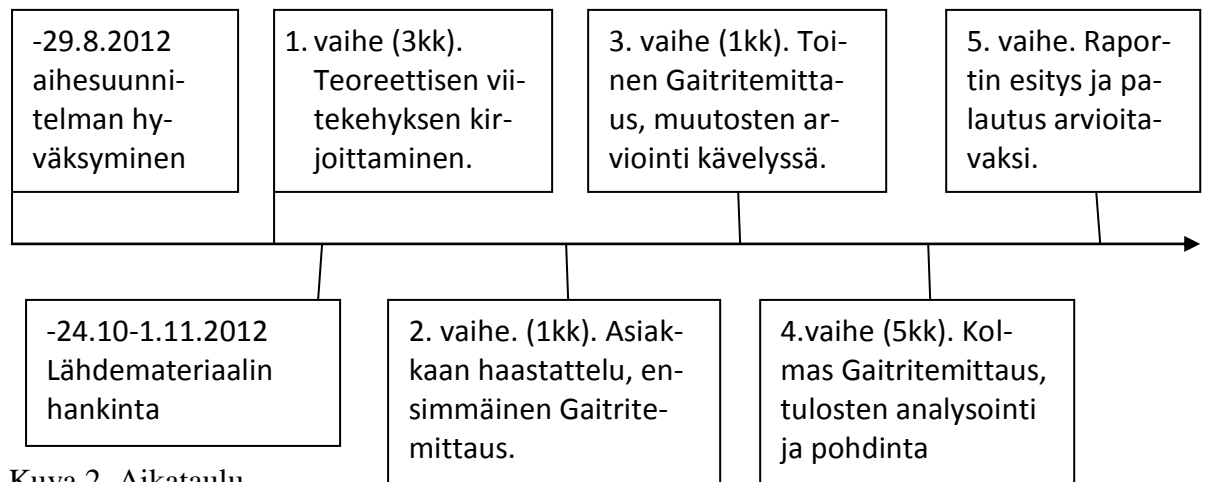
Tutkimukseni on tapaustutkimus, koska se tehdään yksittäistapauksesta ja aineiston keräys toteutetaan haastattelulla ja havainnoinnilla sekä dokumenttien tutkimisella. Tutkimuksessani kuvaillaan aivoverenkiertohäiriöpotilaan kävelyä käyttäen Gaitrite-laitteen tuottamia kävelyn parametrejä. Kvantitatiivisen opinnäytetyöstäni tekee kävelyn määrällisten, numeeristen parametrien tutkiminen ja muuttujien esittäminen taulukkomuodossa. Tulokset esitetään Excel-taulukkoina, joissa niitä on helppo vertailla keskenään. Opinnäytetyössäni määritellään myös työhön liittyvät keskeiset käsitteet sekä tutustutaan aivoverenkiertohäiriöpotilaiden yleisimpiin kävelyssä ilmeneviin ongelmiin teoriassa. Asiakkaan omia tuntemuksia aivoverenkiertohäiriön vaikutuksista kävelyn seurataan viisiportaisella walk-12-kyselyllä.

Walk-12-kyselyn alkuperäinen versio on MS-kunotutujille suunnattu MSWS-12-kysely, josta on tehty geneerinen muille sairausryhmille soveltuva kysely, walk-12. Kyselyä on tutkittu selkäydinvammaa, perifeeristä neuropatiaa ja aivohalvausta sairastavilla henkilöillä. Walk-12-kysely perustuu kuntoutujan omaan arvioon sairauden vaikutuksista kävelyn kotona ja lähiympäristössä. Kyselyssä on mukana 12 kysymystä. Walk-12-kyselyä voidaan käyttää aikuisille, jotka pystyvät liikkumaan kävellessään vähintään osan aikaa päivästä ja kognitiiviset kyvyt riittävät kyselyn täyttämiseen. Kysymyksissä pureudutaan kävelyn ja liikkumisen vaikeuksiin-/rajoituksiin kahden viimeisen viikon aikana. (Terveystieteiden tutkimuskeskus 2011-2014.)

### **7.3 Aikataulu**

Oheisessa kuvassa opinnäytetyön aikataulu, joka etenee aihe suunnitelman hyväksymisestä teoreettisen viitekehyksen kirjoittamiseen ja lähdemateriaalin hankintaan, asiakkaan haastatteluun, Gaitrite-laitteella suoritettaviin mittauksiin, muutosten seurantaan, tulosten analysointiin ja pohdintaan sekä raportin esitykseen ja arviointiin.





Kuva 2. Aikataulu.

Aloitin opinnäytetyöni tekemisen syyskuussa 2012. Aihesuunnitelman palautin 24.8.2012. Se käsiteltiin fysioterapian opettajankokouksessa 29.8., ja sain työlleni ohjaajan, Päivi Franssilan. Osallistuin syyskuussa 2012 opinnäytetyö-infoon, jossa sain lisää tietoa työni etenemisestä. 24.10. ja 1.11. etsin lähdemateriaalia ammattikorkeakoulun kirjastosta. Tapasin Juha Jalovaaran opinnäytetyötäni koskevassa palaverissa 1.11.2012, ja olemme olleet jatkossa yhteydessä sähköpostitse opinnäytetyöstäni. Sain tutkimuksessa käytettävän koehenkilön suostumuksen asiakastietojen käytöstä nimettömänä opinnäytetyössäni 15.1.2013. Palautin opinnäytetyösuunnitelman 17.1.2013. Ensimmäisen Gaitrite-mittauksen suoritin 19.2.2013. Samalla kerralla haastattelin asiakkaan, ja hän teki walk-12 kyselyn. Toinen mittaus suoritettiin 26.3.2013 ja hän teki samalla walk-12-kyselyn. Kolmas mittaus suoritettiin 30.4., ja hän täytti samalla walk-12-kyselyn. Opinnäytetyöni tutkimusosion kirjoittaminen sekä työn viimeistely venyivät hieman suunnitellusta aikataulusta. Palautin opinnäytetyön ohjaavalle opettajalle Joulukuussa 2013.

Opinnäytetyöni alkoi Gaitrite-laitteeseen tutustumisella teoriassa. Tarkoitus oli tutkia Gaitriten hyödyllisyyttä ja mahdollisuuksia aivoverenkiertohäiriöpotilaan liikkumiskyvyn analyysissä, käytettävyyttä sekä laitteen tuomia hyötyjä. Ensimmäiseen vaiheeseen kuului myös aivoverenkiertohäiriösairauksiin sekä kävelyn analyysiin tutustuminen teoriapohjalta. Työni ensimmäiseen vaiheeseen varattiin aikaa kolme kuukautta. Työn toisessa vaiheessa keskityttiin enemmän Gaitrite-laitteen käyttöön tutustumiseen käytännössä ja syvennettiin tietoa laitteesta sekä kävelyn analysoinnista sekä tutustuttiin asiakkaaseen haastattelun avulla. Työn toiseen vaiheeseen kuului myös ensimmäinen

kävelyn analyysi Gaitrite-laitteella. Gaitrite-laitteen tuottamia kävelyn muuttujia analysoitiin, ja laitteen käytettävyyden arviointi aivoverenkiertohäiriöpotilaan kävelynanalyysissä alkoi. Opinnäytetyöni toinen vaihe kesti kuukauden. Kolmannessa vaiheessa suoritettiin kävelyn analyysi, kuten toisessa vaiheessa. Kolmannessa vaiheessa Gaitrite-laitteen käytettävyyden analysointi aivoverenkiertohäiriöpotilaan analysoinnissa tarkentui ja potilaan kävelyssä terapian edetessä tapahtuvien muutosten arviointi alkoi. Kolmannen vaiheen kesto oli kuukausi. Opinnäytetyöni neljännessä vaiheessa syvennyttiin tutkimustulosten analysointiin ja tehtiin viimeinen Gaitrite-mittaus. Neljännen vaiheen kesto oli viisi kuukautta. Viidennessä vaiheessa opinnäytetyö esiteltiin ja palautettiin tarkastettavaksi. Opinnäytetyö toteutettiin opiskelijatyönä, ja asiakaskäynnit tarjottiin koehenkilölle ilmaiseksi toimeksiantajan toimesta. Työn rahoittajana toimi Fysiotikka. Itse en saanut työstä rahallista korvausta.

## **8 OPINNÄYTETYÖN TULOKSET**

Mittaukset suoritettiin noin kuukauden välein toimeksiantajan ja asiakkaan aikataulujen mukaisesti. Avh-potilaan kävelyä tutkittiin sekä kepin kanssa että ilman keppiä, jota hän käyttää normaalisti liikkeessään kävelyn apuvälineenä. Gaitrite-laitteen antamien muuttujien arvot kyseisen henkilön kävelystä on esitetty liitteenä 1 olevissa taulukoissa. Muuttujien merkitys on avattu luvussa 5.2.

Step time, askeleen keskimääräinen kesto, on vasemmassa alaraajassa kepin kanssa hieman pidempi kuin ilman keppiä, mutta oikeassa jalassa kepin kanssa hieman lyhyempi kuin ilman keppiä. Mittausten väliset erot ovat kyseisen muuttujan kohdalla vähäiset. Sekä ilman keppiä kävelyssä että kepin kanssa kävelyssä askeleen keskimääräinen kesto on merkittävästi viitearvoa pidempi.

Cycle time, askelparin keskimääräinen kesto, on vasemmassa alaraajassa kepin kanssa hieman lyhyempi kuin oikeassa alaraajassa, paitsi keskimmaisella mittauskerralla, jolloin se oli aavistuksen pidempi. Oikeassa alaraajassa cycle time on kepin kanssa hieman lyhyempi kuin vasemmassa, paitsi keskimmaisella mittauskerralla, jolloin se on hieman pidempi. Mittauskertojen väliset erot ovat kyseisen muuttujan kohdalla vähäiset.

Swing time, heilahdusaika, on kepin kanssa vasemmassa alaraajassa selvästi oikeaa pidempi. Mittauskertojen väliset erot ovat vähäiset, kuitenkin siten, että ensimmäisen ja viimeisen kerran välillä vasemman jalan heilahdusaika lyheni hieman, kun taas oikean kasvoi. Mittauskertojen väliset erot olivat ilman keppiä niin ikään pienet, kuitenkin siten, että ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä vasemman jalan heilahdusaika lyheni hieman ja oikean kasvoi hieman. Vasemman jalan arvo oli viimeisellä mittauskerralla kepin kanssa viitearvon mukainen, kun taas oikea jää viitearvoa huomattavasti lyhyemmäksi. Ilman keppiä molemmat jalat jäävät viitearvosta.

Stance, tukivaiheen kesto, on kepin kanssa vasemmassa alaraajassa selvästi oikeaa lyhyempi. Mittauskertojen väliset erot ovat vähäiset, kuitenkin siten, että ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä vasemman jalan tukivaihe on hieman pidentynyt ja oikean lyhentynyt. Mittauskertojen väliset erot ilman keppiä olivat niin ikään vähäiset, kuitenkin siten, että ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä vasemman jalan tukivaiheen kesto kasvoi ja oikean lyheni. Kepin kanssa käveltyessä vasen alaraaja on viitearvon mukainen, muutoin molemmat alaraajat ovat viitearvon ulkopuolella.

Single support, yhden jalan tukivaiheen kesto, on kepin kanssa vasemmassa jalassa selvästi oikeaa lyhyempi. Mittauskertojen väliset erot ovat vähäiset kuitenkin niin, että ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä vasemman jalan yhden jalan tukivaiheen kesto on hieman pidentynyt, kun taas oikean pienentynyt. Mittauskertojen väliset erot olivat myös ilman keppiä vähäiset kuitenkin siten, että ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä vasemman jalan yhden jalan tukivaiheen kesto oli hieman pidentynyt kun taas oikean lyhentynyt. Voidaan todeta, että sekä kepin kanssa että ilman keppiä saadut arvot jäävät viitearvon alapuolelle.

Double support, kaksoistukivaiheen kesto. Kepin kanssa mitattuna mittauskertojen väliset erot ovat vähäiset, kuitenkin niin, että ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä vasemman jalan kaksoistukivaiheen kesto on hieman lyhentynyt, kun taas oikean jalan pidentynyt. Ilman keppiä mitattuna mittauskertojen väliset erot ovat vähäiset, kuitenkin niin, että ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä vasemman jalan kaksoistukivaiheen kesto on hieman pidentynyt ja oikean hieman lyhentynyt. Voidaan todeta, että sekä kepin kanssa että ilman keppiä saadut arvot menevät reilusti viitearvojen yli.

Step length, askelpituus. Kepin kanssa mittauskertojen väliset erot ovat vähäiset, kuitenkin niin, että ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä vasemman jalan askelpituus on lyhentynyt ja oikean hieman pidentynyt. Ilman keppiä mittauskertojen väliset erot ovat pienehköjä. Huomattakoon, että toisella mittauskerralla oikean jalan askelpituus on useita senttejä pidempi kuin ensimmäisellä ja kolmannella mittauskerralla. Ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välisistä eroista voidaan sanoa, että vasemman jalan askelpituus on ensimmäisellä mittauskerralla hieman pidempi kuin viimeisellä, kun taas oikean jalan askelpituus on ensimmäisellä mittauskerralla hieman lyhyempi kuin viimeisellä mittauskerralla. Voidaan todeta, että molempien jalkojen askelpituus on kaikilla mittauskerroilla kepin kanssa ja ilman keppiä reilusti viitearvojen alapuolella.

Stride length, askelparin pituus. Kepin kanssa mittauskertojen väliset erot ovat melko vähäiset. Huomattakoon, että toisella mittauskerralla molempien jalkojen askelparin pituus on useamman sentin pidempi kuin ensimmäisellä ja viimeisellä kerralla. Huomionarvoista on myös, että askelparien pituudet ovat melko lailla symmetriset. Ilman keppiä ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran väliset erot ovat pienet, sen sijaan toisella mittauskerralla ero on huomattava. Ensimmäisen ja viimeisen kerran välillä muutosta on tapahtunut siten, että askelparin pituus on hieman lyhentynyt. Voidaan todeta, että askelparin pituudet jäävät molempien jalkojen osalta kaikilla mittauskerroilla reilusti viitearvojen alapuolelle.

Base of support, raideleveys. Kepin kanssa mittauskertojen väliset erot ovat pienet, kuitenkin siten, että ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä raideleveydet ovat pienentyneet. Ilman keppiä mittauskertojen väliset erot ovat pienehköt, kuitenkin niin, että ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä raideleveydet ovat pienentyneet. Gaitrite ei anna viitearvoa raideleveydelle, mutta Kaurasen ym. (2010, 410) mukaan askelleveyden viitearvo on 5-15 cm. Kaikkien mittausten raideleveyden arvot menevät viitearvojen yli.

Toe In/Out, varvaskulma. Kepin kanssa mittauskertojen väliset erot ovat pienet, kuitenkin siten, että ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä vasemman jalan varvaskulma on pysynyt samana ja oikean on viimeisellä mittauskerralla asteen verran enemmän sisäänpäin kiertynyt. Vasemman ja oikean jalan välinen ero on huomattava. Ilman keppiä mittauskertojen väliset erot ovat pienet, kuitenkin siten, että ensimmäisen ja vii-

meisen mittauskerran välillä vasemman jalan varvaskulma on pienentynyt asteella ja oikean jalan varvaskulma on niin ikään pienentynyt asteella. Jalkojen väliset erot ovat merkittävät. Huomion arvoista on myös, että ilman keppiä vasemman jalan varvaskulma on suurempi kuin kepin kanssa. Gaitrite ei anna varvaskulmalle viitearvoa, mutta Kau-rasen ym. (2010, 410) mukaan jalkaterät ovat suurimmalla osalla ihmisistä tukivaiheen aikana noin 5-10 asteen ulkokierrossa, mutta ne voivat olla myös lievässä sisäkierrossa ilman patologiaa. Koehenkilöllä vasen ja oikea jalka ovat hieman viitearvojen ulkopuo-lella, mutta merkittävämpää lienee jalkojen välinen suuri puoliero.

Ambulation time, rekisteröinti-aika. Kepin kanssa ensimmäisen ja viimeisen mittausker-ran välinen ero on pieni, kuitenkin niin, että rekisteröinti-aika on pienentynyt. Huomioi-tavaa on, että toisella mittauskerralla rekisteröinti-aika on ollut merkittävästi pidempi. Ilman keppiä mittauskertojen väliset erot ovat olleet pienet. Gaitrite ei anna viitearvoa rekisteröintiajalle, mutta huomioitavaa on, että ilman keppiä rekisteröinti-aika on ollut ensimmäisellä ja toisella mittauskerralla pidempi.

Velocity, kävelynopeus. Kepin kanssa mittauskertojen väliset erot ovat pienet, kuitenkin niin, että kävelynopeus on hieman pienentynyt ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä. Ilman keppiä mitattavan kävelynopeuden mittauskertojen väliset erot ovat pie-net, ja ensimmäisellä ja viimeisellä mittauskerralla arvo on sama. Toisella mittauskerral-la sen sijaan kävelynopeus on ollut kepin kanssa ja ilman keppiä nopeimmillaan. Gaitri-te ei anna viitearvoa kävelynopeudelle, mutta huomioitavaa on, että kepin kanssa käve-lynopeus on suurempi kuin ilman keppiä.

Mean normalized velocity, kävelynopeus suhteessa alaraajan pituuteen. Kepin kanssa mittauskertojen väliset erot ovat pienet, kuitenkin siten, että muuttujan arvo on viimei-sellä mittauskerralla aavistuksen pienempi. Ilman keppiä mittauskertojen väliset erot ovat pienet ja ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä ei ole eroa. Sen sijaan toisen mittauskerran arvo on hieman suurempi. Gaitrite ei anna viitearvoa kyseiselle muuttujalle, mutta huomioitavaa on, että se saa kepin kanssa suuremmat arvot kuin il-man keppiä.

Cadence, kävelyn taajuus. Kepin kanssa mittauskertojen väliset erot ovat piennet, kui-tenkin niin, että arvo on pienentynyt ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä.

Ilman keppiä ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välinen ero on vähäinen, mutta toisella mittauskerralla arvo on huomattavasti korkeampi. Gaitrite ei anna viitearvoa muuttujalle.

Step time differential, askelten keston keskimääräinen ero oikean ja vasemman jalan välillä. Kepin kanssa mittauskertojen väliset erot ovat vähäiset, kuitenkin niin, että askelten keston keskimääräinen ero on ollut viimeisellä mittauskerralla hieman ensimmäistä pidempi. Ilman keppiä mittauskerrojen väliset erot ovat pienet, ja ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä ei ole eroa. Huomattavaa on, että ilman keppiä kävelyssä askelten keston keskimääräinen ero oikean ja vasemman jalan välillä on pienempi kuin kepin kanssa kävellessä. Gaitrite ei anna muuttujalle viitearvoja.

Step length differential, askelten pituuden keskimääräinen ero oikean ja vasemman jalan välillä. Kepin kanssa mittauskertojen väliset erot ovat merkittävät, ja kolmannella mittauskerralla muuttujan arvo on huomattavasti suurempi kuin ensimmäisellä mittauskerralla. Ilman keppiä mittauskertojen väliset erot ovat huomattavat, ja askelten pituuden keskimääräinen ero oikean ja vasemman jalan välillä kasvaa merkittävästi ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä. Gaitrite ei anna viitearvoa muuttujalle.

Cycle time differential, askelparien keston keskimääräinen ero oikean ja vasemman jalan välillä. Kepin kanssa mittauskertojen väliset erot ovat hyvin pienet. Ilman keppiä mittauskertojen väliset erot ovat hyvin pienet. Gaitrite ei anna viitearvoa muuttujalle.

FAP-score, toiminnallinen kävelyprofiili. Kepin kanssa mitattuna mittauskertojen väliset erot ovat pienehköt, kuitenkin niin, että ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä muuttujan arvo kasvaa hieman. Ilman keppiä mitattuna ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä ei ole eroa, sen sijaan toisen mittauskerran arvo on pienempi. Koehenkilön pisteet jäävät merkittävästi viitearvosta. Kepin kanssa saatujen tuloksien tulokinnassa täytyy huomata, että apuvälineen käyttö alentaa pisteitä 5 %, mikä on otettu huomioon oheisissa arvoissa.

## Taulukko 2. Walk-12-kysely

**8.1 Walk-12-kysely**

Kuinka paljon sairautesi on viimeisen 14 päivän aikana:

	19.2.2013	26.3.2013	30.4.2013
1.) Rajoittanut kykyäsi kävellä	4	3	3
2.) Rajoittanut kykyäsi juosta	5	5	5
3.) Rajoittanut kykyäsi nousta tai laskeutua portaita	5	4	3
4.) Vaikeuttanut seisomista tehdessäsi jotain	4	4	3
5.) Heikentänyt tasapainoasi seistessä tai kävellessä	4	5	4
6.) Rajoittanut sitä, kuinka kauas pystyt kävelemään	5	5	3
7.) Vaatinut lisäponnistelua, että pystyt kävelemään	3	4	3
8.) Sisällä kävellessä pakottanut sinut ottamaan tukea	5	4	3
9.) Ulkona kävellessä pakottanut sinut käyttämään tukea	5	5	5
10.) Hidastanut kävelyäsi	5	5	4
11.) Vaikuttanut kävelysi sujuvuuteen	5	5	3
12.) Vaatinut sinulta keskittymistä kävelyyn	5	5	3

Kyselyssä 1=Ei lainkaan, 2=Vain vähän, 3=Jonkin verran, 4=Melko paljon, 5=Erittäin paljon.

Taulukosta 2 nähdään, että asiakkaan oman tuntemuksen mukaan sairauden vaikutus kävelykyvyn rajoittumiseen on lieventynyt nelosesta kolmoseen ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä. Vaikutukset juoksukykyyn ovat pysyneet viidessä. Portaissa liikkuminen on helpottunut arvon muuttuessa ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä viidestä kolmeen. Sairauden vaikutus seisomiseen asiakkaan tehdessä jotain on helpottunut neljästä kolmoseen. Vaikutus tasapainoon seistessä tai kävellessä on pysynyt neljässä ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä, mutta toisella mittauskerralla se on ollut viisi. Sairauden aiheuttama rajoitus kävelymatkaan on helpottanut ensimmäisen ja viimeisen mittauksen välillä arvosta viisi arvoon kolme. Sairauden aiheuttama lisäponnistelu kävelyyn on pysynyt ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä kolmosessa, mutta toisella mittauskerralla se on ollut neljä. Sisällä kävellessä tuen tarve on vähentynyt arvon muuttuessa ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä viidestä kolmoseen. Ulkona kävellessä tuen tarve on pysynyt ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä arvossa viisi. Sairauden vaikutukset kävelynopeuteen ovat muuttuneet ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä arvosta viisi arvoon neljä. Vaikutus kävelyn sujuvuuteen on muuttunut ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä arvosta

viisi arvoon kolme. Sairauden vuoksi kävelyyn keskittymisen tarve on vähentynyt ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä arvosta viisi arvoon kolme.

## 8.2 Tulosten analysointi

Mittaustuloksista sanottakoon, että lähestulkoon kaikkien muuttujien arvot, joille oli olemassa viitearvot, poikkesivat niistä. Silmiinpistävän suuria poikkeamat viitearvoista olivat muuttujien swing time, stance, single support, double support, step length, stride length, base of support ja FAP-score, kohdalla. Huomionarvoista on myös, että ilman keppiä vasemman jalan varvaskulma on suurempi kuin kepin kanssa. Kepin kanssa kävelynopeus on suurempi kuin ilman keppiä. Ilman keppiä kävelyssä askelten keston keskimääräinen ero oikean ja vasemman jalan välillä on pienempi kuin kepin kanssa kävellessä. Askelten pituuden keskimääräinen ero oikean ja vasemman jalan välillä on kepin kanssa merkittävästi pidempi kuin ilman keppiä, ja se kasvoi mittauskertojen myötä merkittävästi. FAP score, toiminnallinen kävelyprofiili, ei olennaisesti poikennut ilman keppiä ja kepin kanssa kävellessä, eikä juurikaan muuttunut mittauskertojen välillä. Tuloksista voidaan päätellä, että keppi helpottaa merkittävästi asiakkaan kävelyä.

Mittausten aikajänne oli lyhyt, 3 kuukautta, ja tuloksia voidaan pitää korkeintaankin suuntaa antavina. Suurin osa muuttujien arvoista ei merkittävästi muuttunut mittauskertojen välillä. Merkillepantavaa oli, että ilman keppiä kävelyssä muuttujat step time, cycle time, swing time, stance, double support, step length, stride length, ambulation time, velocity, mean normalized velocity, cadence ja cycle time differential saivat parhaat arvonsa toisella mittauskerralla. Tästä voidaan päätellä, että näin lyhyellä aikajänteellä tulokset ovat pitkälti päivästä kiinni. Tosin erot olivat enimmäkseen pienehköjä, mistä taas voidaan päätellä Gaitrite-laitteen olevan luotettava ja varsin käyttökelpoinen laite avh-potilaan kävelynanalyysissä. Ilman keppiä kävelyssä muuttujien base of support -ja toe in/out -arvot olivat parhaimmillaan viimeisellä mittauskerralla, joten näiden muuttujien osalta kävely parani kolmen kuukauden seurantajaksolla. Raidelevyden tulkitsin parantuneen, koska se oli pienimmillään viimeisellä mittauskerralla.

Kepin kanssa kävelyssä muuttujat cycle time, swing time, single support, double support, step length, stride length, velocity, mean normalized velocity, cadence ja FAP-score olivat parhaimmillaan toisella mittauskerralla. FAP-scoresta voidaan suoraan sa-



noa, että kävely on ollut kepin kanssa parhaimmillaan toisella mittauskerralla. Muuttujien stance-, base of support- ja ambulation time- arvot olivat parhaimmillaan viimeisellä mittauskerralla, joten näiden muuttujien osalta kävely parani kolmen kuukauden seurattajaksolla.

Walk-12-kyselyllä selvitettiin asiakkaan omaa kokemusta liikkumisen rajoituksista. Suurinta mahdollista rajoittuneisuutta kuvaa maksimipistemäärä 60. Ensimmäisellä mittauskerralla pistemäärä oli 55/60, toisella mittauskerralla 54/60 ja kolmannella mittauskerralla 42/60. Pistemääristä voidaan huomata, että asiakkaan oma kokemus liikkumisen rajoituksista on pienin kolmannella mittauskerralla eli tuntemus rajoittuneisuudesta on helpottunut. Suurin osa Gaitrite-laitteella saaduista kävelyn muuttujista oli parhaimmillaan toisella mittauskerralla, kun taas asiakkaan kokemus kävelyn rajoittuneisuudesta oli korkea. Ilman keppiä kävelyssä FAP-score oli kuitenkin parhaimmillaan ensimmäisellä ja viimeisellä mittauskerralla, mikä viittaisi kävelyn olleen näillä kerroilla parhaimmillaan. Kepin kanssa kävelyssä FAP-score oli viimeisellä mittauskerralla parempi kuin ensimmäisellä. Suoranaista yhteyttä asiakkaan oman tuntemuksen kävelyn rajoittuneisuudesta ja Gaitrite-laitteen tuottamien tulosten välille ei ole löydettävissä.

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyöni tavoitteena oli oppia käyttämään Gaitrite-kävelynanalyysilaitetta, tutustua aivoverenkiertohäiriösairauksiin ja perehtyä kävelyn analysointiin. Gaitrite on varsin monipuolinen ja monimutkainen laite, ja uskon sen käytön opettelun olevan hyödyllistä tulevaisuudessa työmarkkinoilla. Olen tutustunut aivoverenkiertohäiriösairauksiin neurologian ja neruroterapiat kursseilla. Olen kiinnostunut aiheesta ja halusin syventää tietämystäni. Olemme tutustuneet koulussa kävelyn analysointiin melko pintapuolisesti ja halusin syventää tietämystäni aiheesta.

Opinnäytetyön tekeminen oli varsin opettavainen kokemus, ja koen syventäneeni tietämystäni aivoverenkiertohäiriöistä, kävelyn analyysistä sekä Gaitrite-kävelynanalyysilaitteen käytöstä. Opinnäytetyöni aihe osoittautui luultua haastavammaksi, koska Gaitrite antaa niin monipuolisesti informaatiota kävelystä, että parametreihin syventyminen ja niiden ymmärtäminen vei oman aikansa. Kävelyn analyysi on josinansa mielestäni haastavaa, koska siinä on niin monta vaihetta ja paljon asioita, joihin

pitää kiinnittää huomiota. Pääsin mielestäni opinnäytetyössäni tutkimaan mielenkiintoista ja hyödyllistä aihetta. Gaitrite-laitteen testikertojen toistettavuutta on tutkittu avh-potilailla, kuten luvussa neljä esitellyssä tutkimuksessa käy ilmi, ja se on todettu hyväksi. Opinnäytetyöni tulokset tukevat kyseisen tutkimuksen tuloksia, sillä testikertojen väliset muutokset olivat tällä aikajänteellä ja kyseisen kuntoutujan kohdalla vähäiset, mikä kertoo myös laitteen käytettävyydestä avh-kuntoutujan kävelynanalyysissä.

Yhteistyö asiakkaan ja Fysiotikan kanssa sujui moitteettomasti, ja mittaukset saatiin suoritettua suunnitellulla tavalla. Toivon, että opinnäytetyöstäni on hyötyä toimeksiantajalle, ja se helpottaa kyseisen asiakkaan kävelynanalysointia jatkossa. Uskon myös, että parametrien merkityksen avaaminen helpottaa Fysiotikkaa Gaitrite-laitteen antamien tulosten tulkinnessa jatkossa. Opinnäytetyötäni voidaan hyödyntää myös esimerkiksi kyseisen asiakkaan fysioterapian suunnittelussa, kun tiedetään, mitkä kävelyn parametrit häiriintyvät ja mihin fysioterapiassa kannattaisi kiinnittää huomiota. Opinnäytetyöni varsinainen aihe rajoittuu Gaitrite-laitteen käyttöön avh-potilaan kävelyn analyysissä ja harjoitusohjelman vaikuttavuuden tutkiminen voisi olla hyvä aihe jatkotutkimukselle.

Tutkimusongelmiin saatiin opinnäytetyössäni mielestäni selkeät vastaukset. Kyseisen aivoverenkiertohäiriökuntoutujan kävely poikkeaa Gaitrite-laitteella mitattuna paljon niin sanotusta normaalista kävelystä. Lähes kaikkien parametrien arvot poikkeavat viitearvoista. Havainto kertoo Gaitrite-laitteen käytettävyydestä avh-potilaan kävelyn analyysistä, koska jo silmämääräisesti katsottuna voidaan todeta kävelyn poikkeavan niin sanotusta normaalikävelystä merkittävästi. Mittausten aikajänne oli lyhyehkö, koska ne tehtiin noin kuukauden välein. Useimmissa kävelyn parametreissa mittauskertojen väliset muutokset olivatkin vähäisiä. Useat muuttujista saivat parhaat arvonsa toisella mittauskerralla, mikä kertoo mielestäni siitä, että tällä aikajänteellä tulokset ovat niin sanotusti vähän päivästä kiinni. Asiakkaan oman tuntemuksen mukaan walk-12-kyselyllä mitattuna kävelykyky oli viimeisellä mittauskerralla merkittävästi ensimmäistä parempi. Gaitrite-laitteella mitattuna erot olivat kuitenkin vähäiset. Huomioitavaa on myös se, että koehenkilö on sairastunut aivoverenkiertohäiriöön jo vuonna 2006. Akuutissa vaiheessa olevan aivoverenkiertohäiriökuntoutujan kuntoutumisen edistyminen on nopeampaa, ja kolmessa kuukaudessakin olisi luultavasti nähtävillä selvää kehitystä.

Gaitrite-laitteella saadaan numeerista tietoa kävelyn muuttujista, mikä helpottaa kävelynanalysointia merkittävästi. Mielestäni laitetta voidaan käyttää fysioterapian tulosten seurannassa luotettavasti. Gaitrite-laitteen antaman information perusteella voidaan varmasti myös kiinnittää fysioterapiassa huomiota kävelyssä ilmenneisiin puutoksiin niiden muuttujien kohdalla, jotka poikkeavat viitearvoista ja näin saadaan ideoita oikeiden harjoitteiden valitsemiseen.

## LÄHTEET

- Ahonen, J., Sandström, M., Laukkanen, R., Haapalainen, J., Immonen, S., Jansson, L. & Fogelholm, M. 1998. Alaraajojen rakenne, toiminta ja kävelykoulu. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- GAITRite Käyttöohje. 2007. Jyväskylä: Metitur Oy.
- GAITRite operating manual. 2013. Appendix A – Functional Ambulation Profile (FAP) Score. [http://www.gaitrite.com/help/FAP\\_Data.pdf](http://www.gaitrite.com/help/FAP_Data.pdf) 4.6.2013
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.
- Kuys, S., Brauer, S. & Ada, L. 2011. Test-retest reliability of the GAITRite system in people with stroke undergoing rehabilitation. *Disability and Rehabilitation*
- Kwakkel, G., Peppen, R., Wagenaar, R., Wood Dauphinee, S., Richards, C., Ashburn, A., Miller, K., Lincoln, N., Patridge, C., Wellwood, I. & Langhorne, P. 2004. Effects of Augmented Exercise Therapy Time After Stroke: A Meta-Analysis. *American Heart Association*. <http://stroke.ahajournals.org/content/35/11/2529.full.pdf> 3.11.2012
- Käypä hoito-suositus. 2011.
- <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/naytaartikkeli/tunnus/hoi50051> 2.11.2012
- Metsämuuronen, J. 2006. Laadullisen tutkimuksen käsikirja. Helsinki: International Methelp.
- Paltamaa, J., Karhula, M., Suomela-Markkanen, T. & Autti-Rämö, I. 2011. Hyän kuntoutuskäytännön perusta. Käytännön ja tutkimustiedon analyysistä suositukseen vaikeavammaisten kuntoutuksen kehittämishankkeessa. Helsinki: Kelan tutkimusosasto. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/24581/Hyvan%20kuntoutuskaytannon%20perusta.pdf?sequence=148> 19.12.2012
- Peppen, R., Kwakkel, G., Harmeling-van der, W., Kollen, B., Hobbelen, J., Buurke, J. 2004. KNGF Clinical Practice Guideline for physical therapy in patients with stroke. *Supplement to the Dutch Journal of Physical Therapy*. 114. (5.), 56, 58, 60-61, 63, 67, 69, 74, 78-79, 82-84, 87-92
- Ryynänen, S. 1999. Toispuolihalvauspotilaiden kuntoutumisen kehittäminen kävelykoulun avulla. Tampere: Tampereen yliopisto.

- Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen –aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Sarajärvi, A. & Tuomi, J. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Latvia: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Soinila, S., Kaste, M. & Somer, H. 2010. Neurologia. Porvoo: WS Bookwell Oy.
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. 2011-2014. TOIMIA-tietokanta. Walk-12. <http://www.thl.fi/toimia/tietokanta/mittariversio/61/> 15.1.2014
- Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. 2005. Liikuntalääketiede. Helsinki. Duodecim.
- Whittle, W. 1991. Gait Analysis: An Introduction. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd.

## GAITRITEMITTAUKSET

Taulukko 3. Gaitritemittaukset ilman keppiä käveltyessä

Ilman keppiä kävely:

Muuttuja	Viitearvo	19.2.2013	26.maalis	30.4.2013
Step Time L/R (sec)	0,59-0,53	0,985/0,815	0,945/0,766	0,978/0,813
Cycle Time L/R (sec)	1,18-1,06	1,811/1,780	1,713/1,710	1,798/1,787
Swing Time L/R (%GC)	44-36	31,4/22,3	33/24,1	30/24,2
Stance L/R (%GC)	64-56	68,6/77,7	67/75,9	70/75,8
Single support L/R (%GC)	42-38	21,9/32	24,1/33,1	24,1/30,2
Double Support L/R (%GC)	24-16	44,3/45,7	43/42,2	45,1/45,6
Step Length L/R (cm)	85-58	30,377/33,322	30,835/38,406	29,037/34,256
Stride Length L/R (cm)	170-116	63,391/64,584	70,487/69,248	63,113/63,529
Base of support L/R (cm)		20,40/20,44	19,55/19,50	18,58/18,50
Toe In/Out L/R (deg)		13/-4	14/-2	12/-3
Ambulation Time (sec)		15,22	13,68	15,14
Velocity (cm/sec)		35,7	40,5	35,7
Mean Normalized Velocity		0,4	0,46	0,4
Cadence (Steps/Min)		67	70,2	67,4
Step Time Differential (sec)		0,17	0,18	0,17
Step Length Differential (cm)		2,95	7,57	5,22
Cycle Time Differential (sec)		0,03	0	0,01
FAP Score		53	47	53

Taulukko 4. Gaitritemittaukset kepin kanssa käveltyessä

Kepin kanssa kävely	Viitearvo	19.2.2013	26.3.2013	30.4.2013
Muuttuja				
Step Time L/R (sec)	0,59-0,53	0,995/0,776	1,051/0,723	1,011/0,779
Cycle Time L/R (sec)	1,18-1,06	1,769/1,770	1,758/1,774	1,789/1,776
Swing Time L/R (%GC)	44-36	36,2/22,9	36,6/24,1	35/23,6
Stance L/R (%GC)	64-56	63,8/77,2	63,5/75,9	65/76,4
Single support L/R (%GC)	42-38	22,9/36,2	24,3/36,2	23,4/35,2
Double Support L/R (%GC)	24-16	40,9/40,2	38,6/38,6	40,5/41,1
Step Length L/R (cm)	85-58	37,973/37,762	38,144/40,570	36,053/37,970
Stride Length L/R (cm)	170-116	76,382/75,461	78,575/78,732	74,027/74,336
Base of support L/R (cm)		18,59/18,61	18,10/18,11	17,77/17,82
Toe In/Out L/R (deg)		10/-3	9/-5	10/-4
Ambulation Time (sec)		13,39	25,81	12,53
Velocity (cm/sec)		42,4	43,4	41,4
Mean Normalized Velocity		0,48	0,49	0,47
Cadence (Steps/Min)		67,2	67,4	67
Step Time Differential (sec)		0,22	0,27	0,23
Step Length Differential (cm)		0,21	1,11	1,92
Cycle Time Differential (sec)		0	0,01	0,01
FAP Score		53	57	55