

Opinnäytetyö AMK

Fysioterapeuttikoulutus

2020

Elias Ekström, Annica Laine, Tino Virtanen

**PIKKUAIVOATAKSIAA  
SAIRASTAVAN HENKILÖN  
KÄVELY ENNEN JA JÄLKEEN  
KÄVELYMATOLLA TEHTÄVÄN  
VIRTUAALIHARJOITTELUN**

OPINNÄYTETYÖ AMK

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Fysioterapeuttikoulutus

2020 | 36 sivua, 12 liitesivua

Tekijät: Ekström Elias, Laine Annica, Virtanen Tino

# PIKKUAIVOATAKSIAA SAIRASTAVAN HENKILÖN KÄVELY ENNEN JA JÄLKEEN KÄVELYMATOLLA TEHTÄVÄN VIRTUAALIHARJOITTELUN

Ataksia on varsin yleinen neurologinen sairaus tai oire, joka aiheuttaa ongelmia tahdonalaisten lihasten koordinoinnissa (Neuroliitto 2003). Ataksia vaikuttaa normaaliin liikkumiseen tehden siitä nykivää ja epätarkkaa (Lundy-Ekman 2002, 236-237). Tyypillisimpiä ataksiaan liitettyjä oireita ovat kävelyn muuttuminen epävakaaksi, hienomotoristen tehtävien, kuten paidan napittamisen vaikeutuminen sekä muutokset puhekyvyssä (Mayoclinic 2020).

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on analysoida pikkuaivoataksiaa sairastavan henkilön kävelyn spatiotemporaalisia parametrejä ennen ja jälkeen fysioterapiaintervention. Fysioterapiainterventiona käytetään virtuaaliharjoittelua h/p/ cosmos pulsar -kävelymatolla Zebris Rehawk® -ohjelmiston avulla. Kävelyanalyysin mittarina käytetään liikuteltavaa GAITRite-painesensorimattoa. Opinnäytetyön tavoitteena on arvioida, soveltuuko kävelymattoharjoittelun ja virtuaaliharjoittelun yhdistäminen pikkuaivoataksiaa sairastavien henkilöiden kuntoutuksen tueksi. Opinnäytetyöstä tekee kiinnostavan se, ettei tutkimusta Zebris-ohjelmiston vaikutuksesta ataksiakävelyyn ole vielä koskaan tehty.

Tutkimukseen osallistui 3 tutkittavaa. Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena, jossa jokaisen tutkittavan tuloksia verrattiin vain hänen omaan aikaisempiin tuloksiinsa.

Tämän opinnäytetyön tulokset osoittavat siihen suuntaan, että kävelymattoharjoittelun välittömät vaikutukset pikkuaivoataksiaa sairastavan henkilön kävelyyn liittyvät lähinnä kehon haasteisiin adaptoitua kävely-ympäristön muutokseen. Tarkempien johtopäätösten tekemiseksi aihetta kuitenkin pitää tutkia vielä lisää ja suuremmalla otannalla. Lisäksi tulosten arvioinnissa on otettava huomioon, että myös monet muut tekijät voivat vaikuttaa erityisesti sellaisen ihmisen kävelyyn, jolla on jokin neurologinen sairaus. Tällaisia voivat olla esimerkiksi vuorokaudenaika, vireystila, lääkitys tai tutkittavan muut diagnoosit ja sairaudet.

ASIASANAT:

Ataksia, Kävely, Interventio, Hermoston taudit, Zebris, GAITRite, Virtuaaliharjoittelu

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Physiotherapy programme

2020 | 36 pages, 12 pages in appendices

Ekström Elias, Laine Annica, Virtanen Tino

## THE GAIT OF PEOPLE WITH CEREBELLAR ATAXIA BEFORE AND AFTER VIRTUAL TRAINING

Ataxia is a common nervous system disorder or symptom that causes problems in the coordination of voluntary muscles (Neuroliitto 2003). It affects normal movement by making it twitchy and inaccurate (Lundy-Ekman 2002, 236-237). The most common symptoms associated with ataxia are unstable walking, difficulties in fine motor skills, like buttoning a shirt, and changes in speech (Mayoclinic 2020).

The purpose of this thesis is to analyze the spatiotemporal parameters of a person with cerebellar ataxia before and after the physiotherapy intervention. The intervention consists of virtual training on h/p/ cosmos pulsar -treadmill with the help of Zebris Rehawalk® -system. GAITRite- pressure sensitive walkway system is used to analyze the gait. The goal of the intervention is to evaluate the immediate effects of combining treadmill-training, coordinative training and virtual training on the gait of a person with cerebellar ataxia. This thesis is interesting mainly because research evaluating the Zebris-system's effects on ataxic gait has never been made before.

3 subjects participated in this study. Study was conducted as a case study where the subjects' results were only compared to their own previous results.

The results of this thesis indicate that the effects of treadmill training to the gait of a person with cerebellar ataxia are related mainly to the challenges of adapting to variable walking environments. To get more detailed conclusions more research must be made with more subjects. In addition to that it must be taken into consideration, that also many other factors may affect the walking of a person with a neurologic condition. This kind of factors may include, for example, time of the day, alertness, medication or other diagnoses and conditions of the subject.

### KEYWORDS:

Ataxia, Walking, Intervention, Nervous system diseases, Zebris, GAITRite, Virtual training

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 ATAKSIAN PATOFYSIOLOGIAA</b>	<b>8</b>
2.1 Hermosto	8
2.2 Aivot	8
2.3 Pikkuaiivot	9
2.4 Ataksia	10
2.4.1 Autosomissa dominantisti periytyvät ataksiat	11
2.4.2 Autosomissa resessiivisesti periytyvät ataksiat.	12
<b>3 ATAKSIA JA KÄVELY</b>	<b>14</b>
3.1 Kävely ja sen edellytykset	14
3.1.1 Kävelyn spatiotemporaaliset muuttujat eli parametrit	14
3.1.2 Kävelyn vaiheet	15
3.2 Harjoittelun vaikutukset ataksiaa sairastavan henkilön toimintakykyyn	19
3.3 GAITRite	20
3.4 Zebris Rehawalk®	21
<b>4 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET JA TAUSTAT</b>	<b>22</b>
<b>5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS</b>	<b>23</b>
5.1 Aikataulu	23
5.2 Tutkimustyyppi	23
5.3 Otos	24
5.4 Tutkimuskerran kulku	24
<b>6 TULOKSET JA PÄÄTELMÄT</b>	<b>26</b>
6.1 Tulokset ja niiden analyysi	26
6.1.1 Tutkittava 1	26
6.1.2 Tutkittava 2	28
6.1.3 Tutkittava 3	29
6.1.4 Yhteenveto	30
6.2 Pohdinnat ja päätelmät tuloksista	30

<b>6.2.1 Opinnäytetyön prosessi</b>	<b>32</b>
<b>6.2.2 Eettinen pohdinta</b>	<b>32</b>

<b>LÄHTEET</b>	<b>34</b>
----------------	-----------

## **LIITTEET**

- Liite 1. Kutsukirje
- Liite 2. COVID-19 –infokirje
- Liite 3. Tutkimustulokset
- Liite 4. Mainos
- Liite 5. Liikuntalaboratorion henkilötietolomake
- Liite 6. Tutkimuksen suostumuslomake

## **KUVAT**

Kuva 1: Aivojen rakenteita (Sand ym. 2015, 126).	9
Kuva 2: Askelluksen terminologiaa (Liukkonen & Saarikoski. 2012, 140).	15
Kuva 3: Kävelyn vaiheet (Levangie & Norkin. 2011).	19

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Ataksia = Liikkeiden huteruus, joka liittyy yleensä pikkuaivojen sairauksiin (Ojala 2007, 7-8).

Dual Tasking = Kahden tehtävän, kuten posturaalisen kontrollin ja kognitiivisen tehtävän yhtäaikainen suorittaminen. (Shumway-cook 2012, 264).

Interventio = Toimenpide, jolla pyritään vaikuttamaan yksilön tai ryhmän terveydentilaan tai käyttäytymiseen (Duodecim 2019).

Invasiivinen = Kajoava, elimistön sisälle ulottuva (Duodecim 2019).

Kvantitatiivinen = Määrällinen, lukumääriin ja prosenttiosuuksiin liittyvä (Heikkilä 2014).

Massakeskipiste = Piste, josta keho olisi tuettu tai kannatettu, jos se olisi täydellisessä tasapainossa kaikkiin suuntiin (Kisner & Kolby 2018, 264).

Metatarsaaliluu = Jalkapöydän (forefoot) luu (Levangie & Norkin 2011, 441).

Neuropatia = Liike- ja tuntohermojen sairaus, joka aiheuttaa heikkoutta ja surkastumista lihaksissa, sekä virheasentoja ja tuntopuutoksia jalkaterissä ja käsissä (Lihastautiliitto 2020).

Proprioseptiikka = Elimistön asento- ja liikeaisti, asentotunto (Duodecim 2016).

Proprioseptori = Lihaksissa, jänteissä ja nivelpusseissa oleva reseptori, joka aistii asentoja ja liikkeitä (Duodecim 2016).

Sagittaalitaso = Kehonosan rotaatioliike X-akselin tai koronaaliakselin ympäri (Levangie & Norkin 2011, 8).

Spatiotemporaaliset parametrit = Ajalliset ja avaruudelliset muuttujat (Shumway-cook 2012, 317).

Spinoserebellaarirata = Hermorata, joka kuljettaa tietoa lihasten ja jänteiden tilasta selkäydintä pitkin pikkuaivoihin (UTHealth 1997).

Transversaalitaso = Kehonosan rotaatioliike y- akselin tai pystyakselin ympäri (Levangie & Norkin 2011, 8).

Tonus = Lihasjänteys, jänteys, jännitys, paine (Duodecim 2019).

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on analysoida pikkuaivoataksiaa sairastavan henkilön kävelyn spatiotemporaalisia parametrejä ennen ja jälkeen fysioterapiaintervention. Fysioterapiainterventiona käytetään virtuaaliharjoittelua h/p/ cosmos pulsar -kävelymatolla Zebris Rehawalk® -ohjelmiston avulla. Kävelyn mittarina käytetään liikuteltavaa GAITRite-painesensorimattoa. Intervention Opinnäytetyön tavoitteena on arvioida, soveltuuko kävelymattoharjoittelun ja virtuaaliharjoittelun yhdistäminen pikkuaivoataksiaa sairastavien henkilöiden kuntoutuksen tueksi. Opinnäytetyöstä tekee kiinnostavan se, ettei tutkimusta Zebris-ohjelmiston vaikutuksesta ataksiakävelyyn ole vielä koskaan tehty.

Pikkuaivoataksiat vaikuttavat olevan kuntoutuksen kannalta haasteellisimpia ataksioita niiden progressiivisen luonteen vuoksi. Lisäksi pikkuaivojen rooli motorisessa säätelyssä ja motorisessa oppimisessa on kriittisen tärkeä. (Synofzik & Winfried 2014, 1-2.) Kuitenkin Synofzikin & Winfriedin kirjallisuuskatsauksen mukaan intensiivinen, pitkäaikainen, koordinaatiopainotteinen fysioterapeuttinen harjoittelu ja koko vartaloa liikuttavien videopelien käyttäminen harjoittelun apukeinona ovat vaikuttaneet positiivisesti myös pikkuaivoataksiaa sairastavien henkilöiden kävelykykyyn ja koordinaatioon (Synofzik & Winfried 2014, 4-5). Eräässä toisessa tutkimuksessa tutkijat havaitsivat sekä tilastollisesti merkitsevää, että kliinisesti merkittävää parannusta tutkittavien tasapainossa kuuden viikon intensiivisen kotiharjoitteluohjelman jälkeen (Keller & Bastian 2014, 710). Tämän perusteella on siis mahdollista, että ainakin pitkäaikaisella ja intensiivisellä kuntoutuksella voi olla vaikutusta pikkuaivoataksiaa sairastavan henkilön toimintakykyyn.

Opinnäytetyön yhteistyötahoina toimivat Liikuntalaboratorio (LiiLAB), Maskun neurologisen kuntoutuskeskus ja Neuroliitto RY. Opinnäytetyöhön osallistui 3 tutkittavaa. Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena, jossa tutkittavan kävelyn muuttujia verrattiin vain hänen omiin aikaisempiin tuloksiinsa.

Opinnäytetyössä esitellään ensin ataksian patofysiologiaa yleisesti ja teoreettisesti. Tämän jälkeen perehdytään kävelyyn, sen vaiheisiin ja muuttujiin, sekä siihen, miten pikkuaivoataksia tai muu neurologinen sairaus voi vaikuttaa näihin kävelyn lainalaisuuksiin. Teoreettisen osuuden jälkeen raportoidaan tutkimuksen kulku ja analysoidaan tulokset. Lopuksi pohditaan opinnäytetyön prosessia kokonaisuutena.

## 2 ATAKSIAN PATOFYSIOLOGIAA

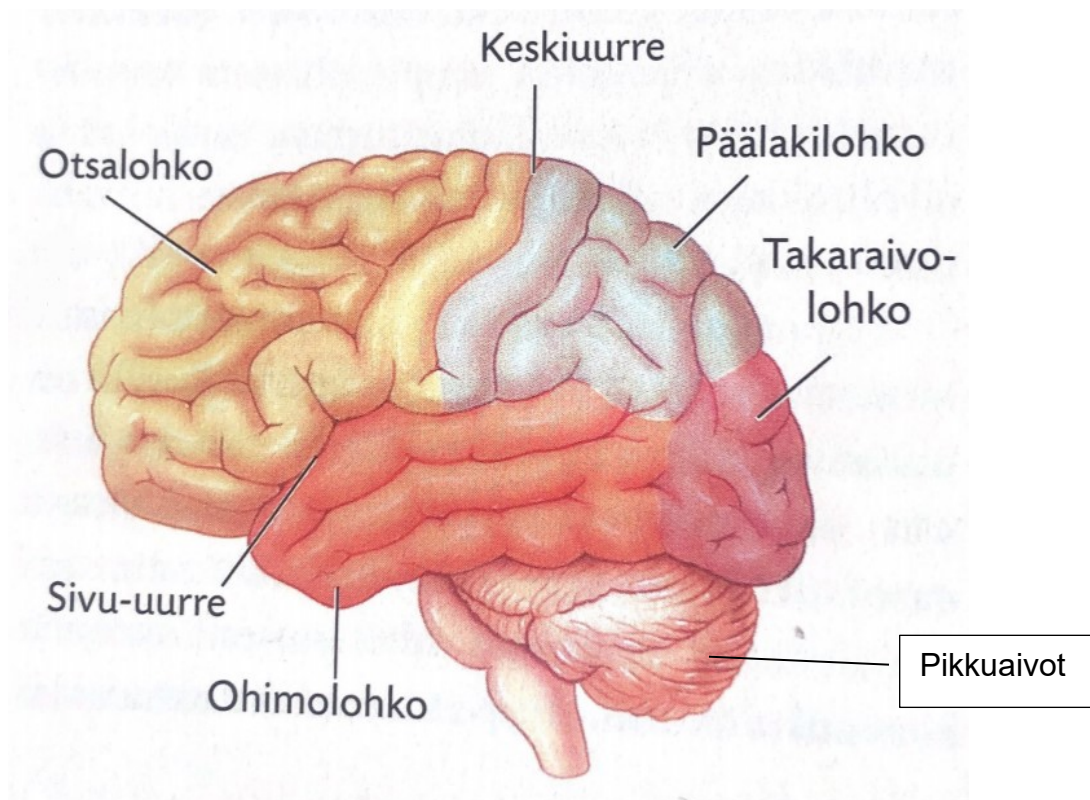
Ymmärtääkseen ataksian vaikutuksia ihmisen toimintakykyyn, on tarpeellista luoda katsaus hermoston anatomiaan, yleisimpiin ataksiadiagnooseihin ja siihen, mitä ataksia sairautena tarkoittaa. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi sellaisia fysiologisesti merkittäviä asioita, jotka liittyvät ataksiaa ja pikkuaivoataksiaa sairastavien motoriseen suoriutuskykyyn ja erityisesti kävelyn edellytyksiin.

### 2.1 Hermosto

Evoluutio on luonut ihmiskehelle tarpeen siirtää tietoa toisaalta kudosten välillä ja toisaalta ihmiskehon ja ympäristön välillä. Tiedonsiirto voi tapahtua sekä sähköisesti hermoston välityksellä tai kemiallisesti sisäeritysrauhasten, eli umpirauhasten, välityksellä. Hermoston perusyksikkö on hermosolu eli neuroni. Useat hermosolut tukikudokseen muodostavat hermokudoksen, jonka eri osien kokonaisuus muodostaa hermoston. Ihmisen hermosto voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan: keskus- ja ääreishermostoon. Keskushermosto koostuu aivoista ja selkäytimestä ja ääreishermosto selkäydinhermoista, aivohermoista ja autonomisesta hermostosta. (Soinila 2015.)

### 2.2 Aivot

Aivot koostuvat isoaivoista, väliaivoista, pikkuaivoista ja ydinjatkeesta. Isoaivot muodostuvat kahdesta aivopuoliskosta, eli hemisfääristä, joita yhdistää aivokurkiainen (corpus callosum). Isoaivojen pinnallista osaa kutsutaan aivokuoreksi (cortex). Aivojen suuren pinta-alan mahdollistavat aivopoimut (gyrus) ja niiden väliin jäävät uurteet (sulcus). Nämä aivojen pintarakenteet jaetaan neljään parilliseen lohkoon: otsalohkoon (lobus frontalis), takaraivolohkoon (lobus occipitalis), ohimolohkoon (lobus temporalis) ja päälakilohkoon (lobus parietalis). (Soinila 2015.)



Kuva 1: Aivojen rakenteita (Mukaillen Sand ym. 2015, 126).

Aivokuoren eri alueet ovat erikoistuneet toiminnallisesti eri asioihin. Motorinen aivokuori vastaa yksittäisten lihasten tahdonalaisesta liikkeiden aloituksesta. Premotorinen aivokuori vastaa monimutkaisemmista, useamman lihaksen yhteistyötä vaativista liikesarjoista. Otsalohkossa sijaitseva Brocan alue vastaa puheen tuoton kannalta olennaisista hermoyhteyksistä ja tämän alueen vaurioista voi aiheutua esimerkiksi afasiaa, eli puheentuoton vaikeutta. Wernicken alue puolestaan liittyy puheen ymmärtämiseen. Prefrontaalisen aivokuoren vauriot voivat ilmetä persoonallisuuden eri häiriöinä, estottomuutena tai aloitekyvyn puuttumisena. Somatosensorinen aivokuori vastaanottaa tuntoaistimukseen liittyvää informaatiota. Lisäksi aivoissa on paljon assosiativisia alueita, jotka yhdistelevät aivoihin saapuvaa tietoa ja vertaavat sitä jo olemassa oleviin skeemoihin eli sisäisiin malleihin. (Soinila 2015.)

### 2.3 Pikkuaiivot

Pikkuaiivot sijaitsevat isoaivojen alapinnalla aivosillan takapuolella. Pikkuaiivot muodostuvat isoaivojen mukaisesti kahdesta aivopuoliskosta ja niiden välissä kulkevasta

pikkuaivomadosta (vermis). Aivorungon ja pikkuaivojen välillä kulkee hermoratoja, jotka yhdistävät pikkuaivot aivokuoren, aivorungon ja selkäytimen keskuksiin. Pikkuaivojen ja aivokuoren väliset hermoradat risteävät aivorungossa vastakkaisille puolille, kun taas pikkuaivoista yhteydet selkäyttimeen kulkevat samalla puolella. Näin vain toisen pikkuaivopuoliskon vaurio aiheuttaa oireita saman puolen ylä- ja alaraajoihin, sekä vartaloon. (Soinila 2015.)

Pikkuaivojen tarkoitus on pääasiassa säädellä tasapainoa ja hienosäätää kehon liikkeitä yhdistelemällä jatkuvasti proprioseptoreista, eli asentoreseptoreista, sisäkorvan tasapainoelimestä ja näköjärjestelmästä tulevaa tietoa. Tämä tieto saapuu pikkuaivoihin selkäydin- ja pikkuaivoratoja (spinoserebellaariratoja) pitkin. Pikkuaivot säätelevät lihasten tonusta, eli lihasjänteyttä tämän tiedon mukaisesti. (Soinila 2015.) Pikkuaivot säätelevät myös kävelyyn tarvittavaa dynaamista tasapainoa sekä alaraajojen vuorotahtista lihastoimintaa kävelyn aikana. Lisäksi pikkuaivoilla on tärkeä tehtävä kävelyn mukauttamisessa ympäristöön sopivaksi. (Sandström & Ahonen 2011, 293.)

## 2.4 Ataksia

Ataksia tarkoittaa epäjärjestystä. Se on varsin yleinen neurologinen sairaus tai oire, joka aiheuttaa ongelmia tahdonalaisten lihasten koordinoinnissa. (Neuroliitto 2003.) Ataksia voi aiheuttaa monenlaisia oireita riippuen siitä, missä kohdassa pikkuaivoja vaurio sijaitsee (Lundy-Ekman 2002, 236-237). Tyypillisimpiä oireita ovat kävelyn muuttuminen epävakaaaksi, hienomotoristen tehtävien, kuten paidan napittamisen vaikeutuminen sekä muutokset puhekyvyssä (Mayoclinic 2020). Ataksia siis vaikuttaa normaaliin liikkumiseen, tehden siitä nykivää ja epätarkkaa (Lundy-Ekman 2002, 236-237). Varhainen oire on usein turvattomuuden tunne kävellessä, varsinkin käännoöksissä tai kävellessä kapealla alustalla. Henkilö voi huomata jo ennen kävelyn muuttumista epänormaaliksi ongelmia erilaisissa taidoissa, joita hän on aikaisemmin hallinnut. Näitä taitoja voivat olla esimerkiksi hiihto tai pyöräily. Henkilöä voi pyörryttää ja hän voi tuntea ongelmia tasapainossaan. Olo on usein kuin keinuvassa laivassa. (Subramony 2004, 287-288.)

Ataksiat voidaan luokitella primäärisiin ja sekundäärisiin ataksioihin. Primääriset ataksiat ovat aina geenivirheiden aiheuttamia, ja ne voidaan jakaa edelleen perinnöllisiin ja sporadisiin eli satunnaisiin ataksioihin (Kaakkola & Marttila 2006, 234–235.) Tavallisimmin ataksia esiintyy jonkin toisen neurologisen sairauden, kuten MS-taudin, yhteydessä sekundäärisenä sairautena (Soinila 2015). Ataksiaa voivat aiheuttaa myös päähän

kohdistuneet traumat, aivoverenkierron häiriöt, cp-vamma, erilaiset kasvaimet, alkoholin liikakäyttö sekä tietyt lääkkeet (Kaakkola & Marttila 2006, 234-235 & Mayoclinic 2020). Kudostasolla ataksian syy on tyypillisimmin pikkuaivojen ja sen kautta kulkevien hermoyhteyksien toimintahäiriö, mutta vaurio voi olla myös ääreishermostossa. (Neuroliitto 2003.)

Ataksiaa sairastavan henkilön raajat ovat tyypillisesti holtittomia ja liikkeiden kohdistaminen on vaikeaa. Tämä tulee parhaiten näkyviin nopeissa liikkeissä. (Neuroliitto 2006.) Kohdistamisen vaikeus johtaa liikkeessä korostuvaan vapinaoireistoon, johon kuuluvat ylikorjaus eli rebound-ilmiö sekä kohdistusvapina eli intention tremor. Puheen puuroutuminen, puheen voimakkuuden säätelyn ongelmat, nielemisen ongelmat sekä silmien liikehäiriöt ovat niin ikään monille ataksiasairauksille tyypillisiä oireita. (Neuroliitto 2003 & Mayoclinic 2020.)

Ataksia on paikallistettavissa ja kuvantamisella löydettävissä, mikäli sen aiheuttajana on paikallinen pikkuaivovaurio, kuten verenvuoto, kasvain tai kasvaimen etäpesäke. Syy ataksialle saattaa joskus selvitä myös laboratoriotutkimuksissa. Kaikki ataksiatyypit eivät kuitenkaan ole löydettävissä laboratorionkokeilla. Ataksia on joissain tapauksissa hoidettavissa. (Neuroliitto 2003.)

Ataksia voi periä joko toiselta vanhemmalta (autosomissa dominantisti periytyvä) tai molemmilta (autosomissa resessiivisesti periytyvä). Jälkimmäisessä tapauksessa on mahdollista, että vanhemmat ovat geenivirheestä huolimatta terveitä, jolloin kyseessä on hiljainen mutaatio. Ataksia voi siis puhjeta, vaikka perheessä tai suvussa sitä ei esiintyisikään. Eri geenivirheet aiheuttavat erityyppisiä ataksioita. Suurin osa niistä on eteneviä sairauksia. Kukin tyyppi aiheuttaa koordinaation heikentymistä, mutta jokaisella on sen lisäksi kullekin ataksiatyypille ominaisia oireita. (Mayoclinic 2020.)

#### **2.4.1 Autosomissa dominantisti periytyvät ataksiat**

Tutkijat ovat tunnistaneet yli 40 autosomissa dominantisti periytyvää ataksiageeniä ja niitä löydetään jatkuvasti lisää lääketieteen kehityksen myötä. Pikkuaivojen degeneratiiviset muutokset ovat tyypillisiä kaikille geenityypeille, mutta muut oireet ja sairauden tyypillinen alkamisikä eroavat riippuen spesifistä geenimutaatiosta. (Mayoclinic 2020.)

Autosomissa dominantisti periytyviä ataksioita ovat spinoserebellaariset ataksiat (SCA) ja episodiset ataksiat (EA) (Mayoclinic 2020).

Kaikille SCA-sairauksille ominaista on etenevä kävelyn ja raajojen ataksia sekä dysartria eli puheentuotolliset ongelmat. Bessmanin (1996) mukaan myös silmänliikehäiriötä, dementiaa, autonomisen hermoston toimintahäiriötä ja perifeeristä neuropatiaa voi esiintyä vaihtelevasti. Geenivirheiden selviämisen myötä suora DNA-testaus on mahdollista osassa SCA-sairauksia ja lääketieteen kehityksen myötä yhä useammat geenivirheet ovat löydettävissä. (Duodecim 1997.)

Tutkijat ovat tunnistaneet kahdeksan episodista eli ajoittain esiintyvää ataksiatyyppiä, jotka eivät ole eteneviä (EA). Nämä ataksiatyypit aiheuttavat oireita, jotka voivat kestää joistain sekunneista aina kuuteen tuntiin asti. Oireet voivat olla muun muassa huimausta, väsymystä ja lihasheikkoutta. Oireiden laukaisevia tekijöitä ovat stressi, äkilliset liikkeet tai pelästymisen. Oireet voivat helpottua tai hävitä kokonaan ajan myötä. Episodiset ataksiat eivät lyhennä odotettua elinaikaa ja niiden oireita voidaan lievittää lääkityksellä. (Mayoclinic 2020.)

#### **2.4.2 Autosomissa resessiivisesti periytyvät ataksiat.**

Autosomissa resessiivisesti periytyviä ataksioita ovat muun muassa MIRAS (mitochondrial recessive ataxia syndrome), Friedreichin ataksia, ataksia telangiektasia, eli Louis-Bar syndrooma ja Wilsonin tauti.

MIRAS on osoittautunut yleisimmäksi perinnölliseksi ataksiasairaudeksi Suomessa. Arviolta noin 40 000 suomalaisella on kyseinen geenimutaatio. MIRAS on yleensä nuoruudessa tai aikuisiällä alkava sairaus, jonka pääasiallinen oire on tuntohermojen neuropatia. Muita oireita voivat olla muun muassa silmien liikehäiriöt, vapina, epileptiset kohtaukset, psyykkiset oireet ja taudin edetessä kognition heikkeneminen. (Rantamäki, M. 2009, 8-9.)

Friedreichin ataksia on yleinen ataksiatyyppi, johon liittyy vaurioita pikkuaivoissa, selkäytimessä ja ääreishermoissa. Useimmissa tapauksissa oireet ilmenevät ennen 25. ikävuotta. Taudin etenemisaste vaihtelee. Yleensä ensimmäisinä oireina ilmaantuvat kävelyvaikeudet ja myöhemmin oireita kehittyy myös yläraajoihin sekä vartaloon. Lihakset heikkenevät ajan myötä ja erilaisia rakenteellisia muutoksia voi ilmaantua etenkin jalkateriin ja käsiin. (Mayoclinic 2020.)

Sairauden edetessä voi esiintyä myös muita oireita. Tyypillisimpiä ovat hidas, epäselvä puhe (dysartria), väsymys, nopeat ja tahattomat silmäliikkeet (nystagmus), skolioosi,

kuulon menetys ja sydänsairaudet, mukaan lukien sydämen laajentuminen (kardiomyopatia) ja sydämen vajaatoiminta. (Mayoclinic 2020.)

Louis-Bar syndrooma on harvinainen, etenevä lasten sairaus, joka aiheuttaa rappeutumista aivoissa sekä muissa kehon järjestelmissä. Se aiheuttaa myös häiriöitä immuunijärjestelmässä, mikä lisää alttiutta sairastua muihin sairauksiin kuten syöpiin tai keuhkosairauksiin. Telangiektasialla tarkoitetaan pienten punaisten "hämähäkkilaskimoiden" muodostumista lapsen silmiin, korviin ja poskiin. Sairauteen liittyy viivästynyt motoristen taitojen kehitys, tasapainon ongelmat sekä epäselvä puhe. Myös toistuvat sinus- ja hengitystieinfektiot ovat yleisiä. Sairaudesta kärsivät joutuvat usein pyörätuoliin jo teini-ikäisinä. Suurin osa menehtyy ennen 30. ikävuotta. (Mayoclinic 2020.)

Wilsonin tauti aiheutuu maksan kupariaineenvaihdunnan häiriöstä, joka saa aikaan kuparin kerääntymistä maksaan sekä keskushermostoon. Tämä aiheuttaa erilaisia ongelmia, kuten psykiatrisia ja maksaperäisiä oireita sekä ataksiaa. (Duodecim 2019).

## 3 ATAKSIA JA KÄVELY

Jotta ataksiakävelyn analysointi olisi mahdollista, on ymmärrettävä kävelyn biomekaniikka ja sitä, millaisia edellytyksiä ihminen tarvitsee kävelyn onnistumiseksi. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi kävelyn perusedellytyksiä ja tärkeimpiä vaiheita anatomian ja fysiologian näkökulmasta. Lopuksi tarkastellaan pikkuaivoataksiaa sairastavan henkilön kuntoutuksessa ja kävelyharjoittelussa käytettyjä menetelmiä ja niiden tutkittuja vaikutuksia henkilön toimintakykyyn.

### 3.1 Kävely ja sen edellytykset

Kävely on ryömimisen ja juoksemisen ohella ihmisen pääasiallinen liikkumisen muoto. Normaalisti ihminen oppii kävelemään jo lapsuudessa, kun lapsen keskushermosto on siihen valmis. Lasta ei siis tarvitse opettaa kävelemään, ellei lapsella ole jotain keskushermoston sairautta, joka vaikeuttaa tai estää kävelyn oppimista. (Sandström & Ahonen 2011, 289.)

Kävelykykyä pidetään helposti itsestäänselvyytenä. Kävely kuitenkin edellyttää hermostolta varsin monimutkaista neuraalista säätelyä. Neuraalisen säätelyn tehtävä on tehdä kävelystä mahdollisimman tehokasta, vakaata ja tilanteeseen sopivaa erilaisissa ympäristöissä. Hermosto yhdistelee monenlaista aistitietoa ja tuottaa sen perusteella liikekäskyjä, jotka koordinoivat monien lihasten toimintaa. (Dingwell ym. 2010.)

Kävelyn toteutumiseen vaikuttaa sen kolme perusedellytystä, jotka ovat toivottuun suuntaan etenevän liikkeen tuottaminen, kehon stabiiliteetin ylläpitäminen painovoiman vaikutuksen alaisena ja kävelyn mukauttaminen yksilön tavoitteisiin sekä ympäristön vaatimuksiin sopiviksi. (Sandström & Ahonen 2011, 289.)

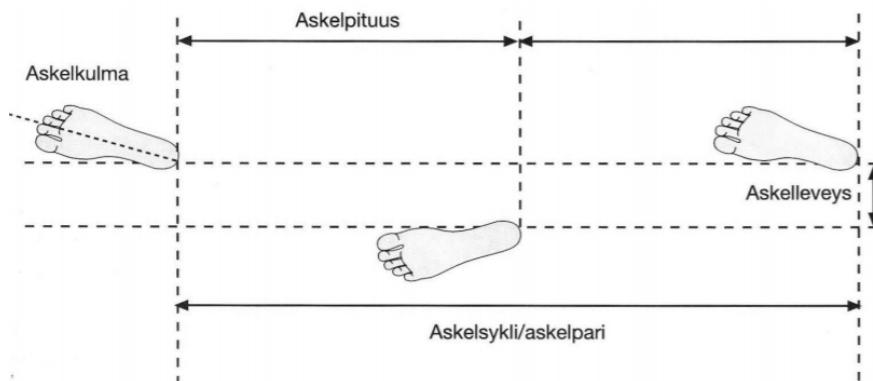
#### 3.1.1 Kävelyn spatiotemporaaliset muuttujat eli parametrit

Kävelyn spatiotemporaaliset muuttujat voidaan jakaa ajallisiin eli temporaalisiin ja spatioaalisiin eli tilaan liittyviin muuttujiin. Temporaalisia muuttujia ovat tukivaiheen kesto (stance time), heilahdusvaiheen kesto (swing time), yhden- ja kahden alaraajan tukivaiheen kesto (single-limb ja double-support time), askelparin kesto (stride time),

askeleenottoaika (step time), kadenssi (cadence) ja kävelynopeus (speed). Spatiaalisiin muuttujiin luetaan askelparin pituus (stride length), askelpituus (step length), askelleveys (step width) ja rotaatioaste (toe in/out). (Levangie & Norkin 2011, 527.) Lisäksi voidaan tarkastella myös kineettisiä ilmiöitä kuten kontaktivoimia, massa- ja painekeskkipisteitä, sekä voiman momentteja (Levangie & Norkin 2005, 519–551).

Askelpituus mitataan oikean jalan kannasta vasemman jalan kantaan. Askelpari on saman jalan peräkkäisten kontaktien välinen matka. Askelleveys on sivusuuntainen matka oikean ja vasemman jalan askeleen välillä. Askelleveyteen vaikuttavat monet tekijät, kuten ikääntymisestä johtuva tasapainon heikentyminen sekä monet anatomiset ja biomekaaniset tekijät. Jalkaterän kulma tarkoittaa kulmaa kävelysuunnan ja jalkaterän välillä. Kävelyn spatiotemporaaaliset muuttujat vaihtelevat yksilöiden välillä voimakkaasti. (Kiviranta & Järvinen 2012, 45-46.)

Kävelysyklin aikana ihminen ottaa yhden askelparin eli kaksi askelta. Yksi sykli jakautuu kahteen kaksoistukivaiheeseen ja kahteen yhden jalan tukivaiheeseen. (Sandström & Ahonen 2011, 297.)



Kuva 2: Askelluksen terminologiaa (Liukkonen & Saarikoski. 2012, 140).

### 3.1.2 Kävelyn vaiheet

Kävely voidaan jakaa kahdeksaan toistaan seuraavaan vaiheeseen (Perry & Burnfield, 9-10). Näitä vaiheita voidaan hyödyntää kävelyä arvioidessa. Liikkeen analysointia voidaan näin tehdä tarkasti ja löydöksistä voidaan osoittaa mikä liikkeen elementeistä ei toimi kunnolla. (Perry & Burnfield 2010, 10.)

## **Painonsiirrosta ponnistukseen**

Ihmisen seisossa täysin paikoillaan kävely alkaa painonsiirrolla. Aluksi molempien alaraajojen pohjelihakset rentoutuvat ja säären etuosan lihakset aktivoituvat, jonka seurauksena sääriluu kaatuu eteenpäin. Tämän jälkeen tukijalan polvi sekä lonkka koukistuvat hieman, jolloin heilahtavan jalan alle kohdistuu suureneva paine. Samaan aikaan heilahtamaan valmistautuvan alaraajan lonkan loitontajat ja säären peroneuslihakset aktivoituvat, jolloin massakeskipiste siirtyy frontaalitasossa kohti tukijalkaa. Painonsiirron jälkeen vartalo kallistuu eteenpäin ja heilahdusvaiheeseen valmistautuvan alaraajan pohjelihakset supistuvat. (Perry & Burnfield 2010, 31-33.) Raajojen lisäksi tähän kävelyyn valmistelevaan vaiheeseen osallistuu myös lantio, heilahtavan alaraajan puolella lantiassa tapahtuu eteenpäin suuntautuva liike frontaalitasolla. (Sandström & Ahonen 2011, 298-299.)

## **Alkukontakti**

Varsinaisista kävelyn vaiheista ensimmäinen on alkukontaktivaihe, aiemmalta nimeltään kantaisku. Alkukontaktivaiheessa lantion tulee kiertyä horisontaalitasolla, jotta askelpituus säilytetään täysimittaisena. Lantion ja rintakehän vastakkaiset kierrot näkyvät kävelyssä yläraajojen vastavuoroisina liikkeenä sagittaalitasossa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että vasen yläraaja heilahtaa eteen samaan aikaan oikean alaraajan kanssa ja päinvastoin. Iso pakaralihas (gluteus maximus) on avainasemassa alkukontaktivaiheessa. Sen tehtävänä on vakauttaa kävelyä ja aktivoida seuraavaa vaihetta varten myofaskiaalista ketjua. Tämä ketju kulkee lantion yli takakautta ristiin, jotta yhden jalan varaan tultaessa alaraajan vakaus on riittävä. Kaikkia edellä mainittuja tapahtumia edellytetään ketjun aktivoitumiseksi. (Sandström & Ahonen 2011, 298-299.) Alkukontaktivaihe ja kävelyn seuraava vaihe eli kuormitusvaste, nähdään kävelyssä toiminnallisesti haastavimpana vaiheena. Nilkan ja jalkaterän alueelle asetetaan suuria vaatimuksia, kuten iskunvaimennus, koko alaraajan stabilointi sekä eteenpäin suuntautuva liikkeen säilyttäminen. (Perry & Burnfield 2010, 10.)

## **Kuormitusvaste**

Kävelyn toinen vaihe on kuormitusvaste. Kuormitusvasteen aikana kehoon kohdistuu jopa 50-125% kehonpainon verran maan vastavoimaa (ground reaction force) 10-20 millisekunnin ajan. (Perry & Burnfield 2010, 71.) Kuormitusvaste on tärkeä kehon iskunvaimennusmekanismi, joka koostuu koko kineettisestä ketjusta. Kun ihminen varaa alaraajalleen painoa, alustasta tulee yhtä suuri vastakkainen voima alaraajaan, johon keho

vastaa joustonomaisesti. Tärkeää on, että keho on linjassa jalan päällä kuormitusvastevaiheen alkaessa. Kuormitusvastevaiheen suurimpia virheitä on jouston puuttuminen. Polvi jää koukistumatta ja isku näkyy liian suurena lonkan lähennyksenä. Tämä saa aikaa liikeketjun, jossa lonkan sisäkierto ja nilkan pronaatio yhdessä painavat jalan sisäkaaren alas alemman nilkkanivelen korostuneeseen pronaatioon. (Sandström & Ahonen 2011, 300-301.)

### **Keskitukivaihe**

Seuraava vaihe on keskitukivaihe, joka voidaan vielä jakaa kahteen osaan; varhaiseen (early) ja myöhäiseen (late). Keskitukivaiheen aikana ihminen seisoo yhden jalan varassa. Keho liikkuu tässä vaiheessa nilkkakeinin (ankle rocker) yli eteenpäin sagittaalitasossa. Koko vartalon kannattelu samassa linjassa on haastavaa, koska se edellyttää hyvin tarkkaa ja koordinoitua lihastyötä koko kannattelevan alaraajan lihaksistolta. Jos alaraajan linjaus ei ole optimaalinen, lihastyö ja nivelkuormitus kasvavat. (Sandström & Ahonen 2011, 302-303.)

Keskitukivaiheen myöhäisessä vaiheessa juuri ennen kannan kohotusta kävelyn toteutumisen kannalta kriittisintä on ylemmän nilkkanivelen riittävä koukistus. Esimerkiksi kiireä tai lyhyt pohjelihas voi aiheuttaa nilkan riittämättömän koukistuksen. Yhden jalan varassa toteutuva frontaali- ja horisontaalitasoon tasapainon hallinta voi aiheuttaa keholle haasteita. Painopisteen tulisi pysyä tukijalan keskellä koko ajan, eikä siirtyä liiaksi jalkaterän ulko- tai sisäsyrylle. (Sandström & Ahonen 2011, 303.)

### **Päätöstukivaihe**

Päätöstukivaihe alkaa, kun kantaluu kohoaa alustasta. Vanhalta nimeltään tämä vaihe on kannankohotus. Kanta kohoaa lattiasta aluksi passiivisesti, jonka jälkeen liike jatkuu aktiivisesti nilkan ojennuksen kautta. Nilkasta tulee jäykkä vipuvarsi ponnistuksen mahdollistamiseksi. (Perry & Burnfield 2010, 73.) Tämä on kävelyn tukivaiheista viimeinen, samaan aikaan vastakkainen alaraajan jalka heilahtaa eteen vastaanottaakseen seuraavan askeleen. (Sandström & Ahonen 2011, 303-304.)

### **Esiheilahdusvaihe**

Kävelyn syklin viimeinen vaihe eli heilahdusvaihe voidaan edelleen jakaa neljään osaan, joita ovat: esi-, alku-, keski- ja loppuheilahdusvaihe (Sandström & Ahonen 2011, 305).

Esiheilahdusvaihe (Pre Swing) on aiemmalta nimeltä varvastyöntö. Vaikka jalka on edelleen alustalla vaiheen aikana, ponnistus on tapahtunut jo edellisessä vaiheessa. Tässä vaiheessa kuitenkin suurin huomio kiinnittyy lantioon. Heilahtavan alaraajan puolella lantio kiertyy horisontaalitasolla eteenpäin ja lantiomalja kallistuu taakse mahdollistaen lonkankoukistajien lihasryhmään venytyksessä latautuvan elastisen energian kertymisen. Kun lonkankoukistajissa tapahtuva elastisen energian lataus on riittävä, reisi heilahtaa eteenpäin. (Sandström & Ahonen 2011, 305.) Samaan aikaan painonsiirron heilahtavalle jalalle mahdollistaakseen, säären peroneuslihasten on työskenneltävä painaakseen esiheilahdusvaiheessa olevan jalan isovarpaan tyviniveltä alustaan. (Perry & Burnfield 2010, 76.) Sääri jatkaa eteenpäin suuntautuvaa liikettä, jonka pohjelihasten elastisen energian purkautuminen on saanut aikaan (Sandström & Ahonen 2011, 305).

### **Alkuheilahdus**

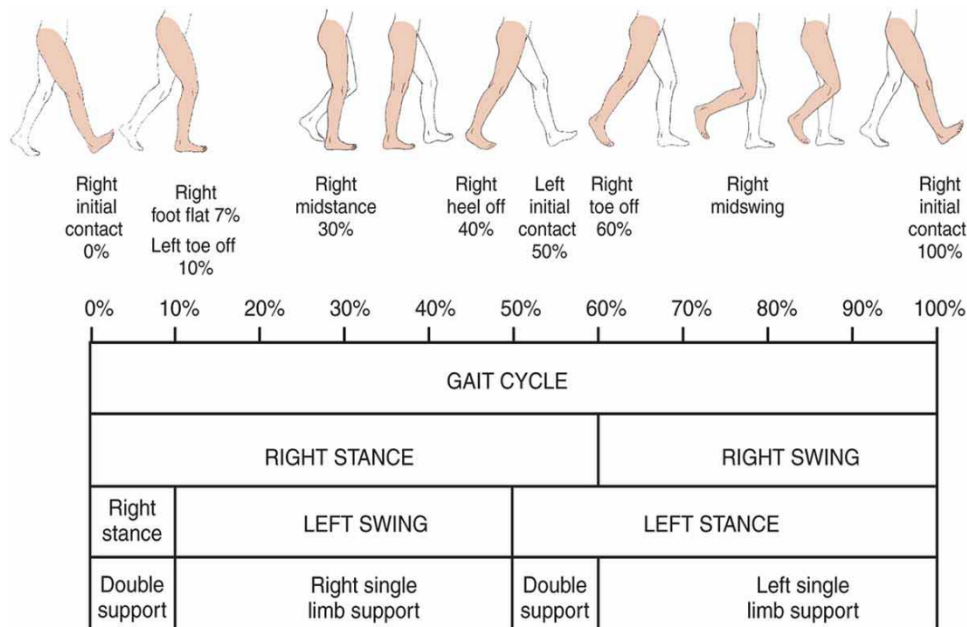
Vapaan heilahduksen vaiheet voidaan vielä jakaa kolmeen osaan. Näistä ensimmäinen on alkuheilahdus, jonka aikana jalka irttaa alustalta ja vartalon kierrot horisontaalitasolla palautuvat perusasentoon. Reiden eteenheilahduksen tulisi olla mahdollisimman passiivinen ja reiden takaosan lihasten tulisi olla mahdollisimman inaktiivisia. Jos heilahtavan alaraajan lihakset ovat liian aktiivisia, eikä heilahdus tapahdu rennosti, voidaan kompensointina nähdä heilahtaminen sivukautta eteen. Alkuheilahdusvaihe päättyy, kun heilahtava jalka ohittaa tukijalan nilkan. (Sandström & Ahonen 2011, 306.)

### **Keskiheilahdusvaihe**

Toisen vapaan heilahduksen vaiheen aloittaa keskiheilahdusvaihe. Keskiheilahdusvaiheessa alaraaja jatkaa tukijalan viereltä eteenpäin. Vaihe päättyy, kun heilahtavan alaraajan sääri on pystysuorassa asennossa. (Sandström & Ahonen 2011, 307.)

### **Loppuheilahdusvaihe**

Askelsyklin viimeinen vaihe on loppuheilahdusvaihe, jolloin polvinivel jatkaa ojentumista nelipäisen reisilihaksen (quadriceps femoris) avulla. Reiden takaosan lihakset jarruttavat polven ojentumista aivan liikkeen loppuosassa estääkseen polvinivelen yliojentumisen. Vaiheen loppua kohden vartalon kierrot horisontaalitasolla palautuvat perusasentoon. Vaihe päättyy, kun jalka osuu alustalle. Säären etuosan lihakset valmistautuvat jarruttamaan kantakeinun jälkeistä nilkan ojennusta. Yleisesti kuitenkin ojennusta ehtii tapahtua n. 3-5 astetta. (Perry & Burnfield 2010, 80.) Nyt askelsykli on valmis (Sandström & Ahonen 2011, 307-308).



Kuva 3: Kävelyn vaiheet (Levangie & Norkin. 2011).

### 3.2 Harjoittelun vaikutukset ataksiaa sairastavan henkilön toimintakykyyn

Fysioterapiaa pidetään yhtenä ataksiakävelyn kuntoutuksen kulmakivistä. Degeneratiiviset spinoserebellaariset ataksiat (SCA) vaikuttavat olevan kuntoutuksen kannalta haasteellisimpia ataksioita monestakin syystä. Ensinnäkin pikkuaivojen rooli motorisessa säätelyssä ja motorisessa oppimisessa on kriittisen tärkeä. Lisäksi kuntoutusta hankaloittaa se, että tauti vaikuttaa usein pikkuaivojen kaikkiin osiin, on luonteeltaan progressiivinen ja voi vaikuttaa pikkuaivojen lisäksi myös spinoserebellaariratoihin sekä dorsaaliin selkäytimen hermoratoihin. (Synofzik & Winfried 2014, 1-2.)

Joidenkin tutkimusten mukaan pikkuaivoperäisestä vammasta tai sairaudesta kärsivät henkilöt voivat hyötyä intensiivisestä motorisesta harjoittelusta. Eräässä tällaisessa tutkimuksessa tutkijat havaitsivat tilastollisesti merkitsevää ja kliinisesti merkittävää paranusta tutkittavien tasapainossa kuuden viikon intensiivisen kotiharjoitteluohjelman jälkeen. (Keller & Bastian 2014.) Eräässä pikkuaivoataksiaan, kävelyyn ja sen kuntoutukseen keskittyvässä kirjallisuuskatsauksessa on todettu, että erityisesti virtuaaliharjoittelulla, kävelymattoharjoittelulla ja elektroniikan tarjoamalla ulkoisella palautteella

(biofeedback) on ollut jotain hyötyä ataksiakävelyn kuntoutuksessa. Näitä kuntoutusmuotoja on tutkittava vielä lisää, ennen kun tarkkoja johtopäätöksiä niiden spesifeistä vaikutuksista voidaan tehdä. (Marquer ym. 2014.)

Pikkuaivojen sairaudesta kärsivät henkilöt kokevat lisääntyntä kehon huojuntaa erityisesti silloin, kun heidän jalkansa ovat vierekkäin. Tällöin keho huojuu liiallisesti sivusuunnassa. Vaikeammissa tapauksissa henkilöt kokevat lisääntyntä huojuntaa myös normaalilla tukipinnalla ja oppivat tasapainon säilyvän paremmin, kun jalat asetetaan leveämpään haara-asentoon. Terveellä ihmisellä normaali tukipinnan leveys seistessä on alle 12cm, mutta pikkuaivojen sairaudesta kärsivillä se on paljon leveämpi. Ataksiaa sairastavan henkilön kävely tapahtuu täten leveällä tukipinnalla. Lisäksi sen rytmi on hapuillevaa ja askeleen kohdistamisessa on vaikeuksia. Liikkeiden nopeus ei ole yleensä suuresti heikentynyt, mutta henkilö saattaa hidastaa liikkumistaan tarkoituksella ylläpitääseen tasapainoaan. Askeleet ovat epäsäännöllisiä ja henkilö saattaa keikahtaa ennalta-arvaamattomilla tavoilla. Ataksiaa sairastavat menettävät yleensä kyvyn kävellä suoraa viivaa pitkin. (Subramony 2004.) Ataksiaa sairastavalla henkilöillä on usein taipumusta ottaa tukea seinistä, ja heillä on merkittävästi kohonnut kaatumisriski (Duodecim 1997).

Pikkuaivoataksiaa sairastavien kävelyn variabiliteetti ja tasapaino ovat riippuvaisia kävelynopeudesta (M. Whuer 2013, 214-216). Ataksiaoireiden vaikeusasteen on todettu olevan yhteydessä kävelyn instabiliteettiin nopean kävelyn aikana ja kaatumisriskin on todettu olevan yhteydessä kävelyn instabiliteettiin hitaan kävelyn aikana. Havainnot viittaavat kävelynopeuden olevan merkittävä tekijä tutkittaessa kävelyn parametreja pikkuaivoataksiaa sairastavalla. (Schniepp ym. 2016.)

### 3.3 GAITRite

GAITRite kävelyanalyysi tarjoaa tutkijalle ja tutkittavalle objektiivista tietoa kävelyn spatiotemporaalisista parametreista, eli spatiaalisista ja temporaalisista muuttujista. GAITRite-painesensorimatto kerää dataa asiakkaan kävelystä mattoon asennettujen sensoreiden avulla. Tietokone laskee, montako sensoria aktivoituu ja deaktivoituu yhtä aikaa. Tutkimuksesta saadaan selville kävelyn tuki- ja heilahdusvaiheen kesto, kävelynopeus, askelsyklin kesto, askeltiheys, askelpituus, askelleveys sekä tukipinnan leveys. (CIR Systems Inc 2014). Lisäksi GAITRite-painesensorimatosta saadaan tietoa kävelyn muuttujien keskihajonnasta. Kävelyn muuttujien keskihajontojen kasvaminen tai

pieneneminen kiinnostavat, koska hapuileva ja epätasainen kävely on tyypillistä pikkuaivoataksiaa sairastavilla.

GAITRite kävelyanalyysi valittiin, koska se on luotettavaksi todettu, helposti siirrettävissä oleva kliinisen työn apuväline. GAITRite painesensorimaton on todettu olevan tarkka ja validi työkalu havaitsemaan sekä yksillöllisiin eroihin, että keskimääräisiin kävelyn malleihin liittyvät parametrit. (Bilney ym. 2003, 68-74). Pelkällä subjektiivisella kävelyn havainnoinnilla on todettu olevan maksimissaan kohtalainen reliabiliteetti ja validiteetti (Cou tts 1999). GAITRite-painesensorimaton on todettu olevan luotettava työkalu kävelyn muuttujien arviointiin myös ataksiaa sairastavilla henkilöillä (Schniepp ym. 2016 & Bastien ym. 2018).

GAITRite -analyysissä tilan tulee olla hyvin valaistu ja testi tulee toteuttaa mieluiten epäsuorassa valossa. Myös päivänvaloa tulee voida säätää häikäistymisen ehkäisemiseksi esimerkiksi kaihtimilla. Tilan tulee olla hiljainen ja suljettu, siinä ei saa olla ylimääräisiä näkö- tai kuuloärsykeitä. Tutkittavan vaatetuksen tulee olla sellainen, ettei se rajoita kävelyyn tarvittavaa liikettä. Maton reunat kiinnitetään teipillä lattiaan. Testi aloitetaan kaksi metriä maton ennen maton etureunaa ja kävelyä jatketaan maton takareunan yli, jotta kiihdyttäviä tai jarruttavia askeleita ei tule analyysiin. Testissä kävellään maton yli vähintään kolme kertaa ja kävelyn suositellaan tapahtuvan samaan suuntaan. Ohjeiden tulee olla selkeät ja yksinkertaiset. Tutkittavien suositellaan käyttävän omia silmälaseja ja kuulokojeita testin aikana. (Kressig & Beauchet 2005.)

### **3.4 Zebris Rehawalk®**

Zebris Rehawalk® -ohjelmisto on suunniteltu neurologisen, ortopedisen ja geriatrisen kuntoutuksen tueksi arvioimaan kävelyn ongelmia ja hoitamaan erilaisia kävelyyn liittyviä häiriöitä harjoittelun avulla. Zebris-ohjelmiston avulla kävelymatolla on mahdollista harjoittaa koordinaatiota, kognitiota, kaksoistehtäviä (dual-tasking) ja sensomotorista toimintaa erilaisilla peleillä, joissa kävelymatolla kävelevän on reagoitava ruudulla näke miinsä ärsykkeisiin. Näitä ärsykeitä voivat olla erilaiset ylitettävät tai kierrettävät esteet, jotka ohittaakseen kävelymatolla kävelevän on muunneltava askelpituuttaan tai liikuttava kävelymatolla reunasta toiseen. Pelit tarjoavat kävelijälle myös visuaalisen feedbackin tehtävän onnistumisesta muuttamalla esteet joko punaiseksi (epäonnistunut esteen ohitus) tai vihreäksi (onnistunut esteen ohitus). (Zebris Medical GmbH.)

## 4 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET JA TAUSTAT

Opinnäytetyön tarkoituksena on analysoida pikkuaivoataksiaa sairastavan henkilön kävelyn spatiotemporaalisia parametrejä liikuteltavan GAITRite- painesensorimaton avulla ennen fysioterapiainterventiota ja välittömästi fysioterapiaintervention jälkeen. Fysioterapiainterventiona käytämme kävelyn virtuaaliharjoittelua liikuntalaboratorion h/p/ Cosmos Pulsar -kävelymatolla Zebris Rehawalk® -ohjelmiston avulla. Opinnäytetyön tavoitteena on arvioida, soveltuuko kävelymattoharjoittelun ja virtuaaliharjoittelun yhdistäminen pikkuaivoataksiaa sairastavien henkilöiden kuntoutuksen tueksi.

Ataksiaa joko primääristi tai sekundäärisesti sairastavien henkilöiden kävelyn analyysistä ja interventioista on tehty verrattain paljon tutkimusta pikkuaivoataksiaa ja erityisesti määrittelemätöntä spinoserebellaarista ataksiaa sairastaviin henkilöihin verrattuna. Tässä opinnäytetyössä halutaan selvittää, millaisia ovat pikkuaivoataksiaa sairastavan henkilön kävelyn spatiotemporaaliset muuttujat (askelpituus, askeleenottoaika, askelrytmi, kävelynopeus, tukipinnan koko, jalan rotaatioaste) ennen ja jälkeen virtuaaliharjoittelun ja millaista hajontaa tuloksissa esiintyy.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan sitä, vaikuttaako koordinaatio-, kävelymatto-, ja virtuaaliharjoittelun yhdistäminen pikkuaivoataksiaa sairastavan henkilön kävelyn välittömästi terapiaintervention jälkeen pitkän ja intensiivisen terapiajakson sijaan. Fysioterapiaintervention apuvälineeksi on valittu Zebris Rehawalk® -ohjelmisto, koska se yhdistää koordinaatio-, kävelymatto-, ja virtuaaliharjoittelun yhdeksi ja helppokäyttöiseksi harjoittelukokonaisuudeksi. Lisäksi tutkimusta Zebris-ohjelmiston vaikutuksesta ataksiakävelyn parametreihin ei ole ennen tehty.

## 5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Maskun neurologinen kuntoutuskeskus tarjosi toimeksiantoa Turun ammattikorkeakoululle GAITRite-painesensorimaton käytöstä ataksiaa sairastavan henkilön kävelyn mittarina. Yhteistyökumppaneina opinnäytetyön toteutuksessa toimivat liikuntalaboratorio (LiLAB) ja Maskussa sijaitseva Lounais-Suomen Neuroyhdistys, joka toimii Neuroliitto Ry:n jäsenyhdistyksenä.

### 5.1 Aikataulu

Opinnäytetyön suunnitelma hyväksyttiin toimeksiantajalla vuoden 2019 lopussa, jonka jälkeen aloitettiin tutkittavien rekrytointi Neuroliitto Ry:n tuella. Otoksen oli tarkoitus olla kerättyä vuoden 2020 helmikuuhun mennessä, jolloin intervention ja tutkimuksen toteutus olisi ajoittunut helmi-maaliskuulle. Covid-19 epidemian vuoksi toteutus kuitenkin siirtyi puolella vuodella eteenpäin. Tutkimuskutsut (Liite 1.) saatiin lähetettyä vuoden 2020 elokuussa ja interventiot toteutettiin syyskuussa. Opinnäytetyön tulosten analysointi ja raportointi valmistuivat vuoden 2020 marraskuussa.

### 5.2 Tutkimustyyppi

Opinnäytetyön tutkimustyyppiksi valikoitui tapaustutkimus. Tapaustutkimus on tutkimustyyppi, jossa tutkittavana ovat yksittäiset tapaukset tai tapausjoukot. Olennaista on, että tapaustutkimuksessa tutkittava tapaus muodostaa kokonaisuuden, eli tapaustutkimusta ei voi käyttää pelkästään aineiston keruuseen. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2016.)

Opinnäytetyön tutkimustyyppiksi valittiin tapaustutkimus, koska siinä otos on pieni (n. 3-6 tutkittavaa) ja aineisto helpommin hallittavissa. Tässä opinnäytetyössä verrataan siis tutkittavan kävelyn spatiotemporaalisia parametrejä hänen omiin aikaisempiin tuloksiinsa, eikä verrokkeihin. Näin opinnäytetyön avulla on mahdollista arvioida karkeasti fysioterapiaintervention vaikuttavuutta pikkuaivoataksiaa sairastavan ihmisen kävelyyn.

Tapaustutkimuksessa voi käyttää useita eri analyysimenetelmiä (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2016). Opinnäytetyössä käytetään kvantitatiivista, eli määrällistä,

analyysiä, koska sen avulla voidaan selvittää erilaisten ilmiöiden syy-seuraussuhteita numeroita ja tilastoja apuna käyttäen (Jyväskylän yliopiston www-sivut 2015).

Tässä opinnäytetyössä on haluttu keskittyä intervention välittömiin vaikutuksiin myös aikataulullisista syistä. Tällä tavoin harjoittelun ja lopputestauksen välinen aika on helppo pitää samankaltaisena tutkittavien välillä.

### **5.3 Otos**

Otos on kerätty yhdessä Maskun neurologisen kuntoutuskeskuksen sekä Neuroliitto RY:n kanssa. Tutkimukseen osallistui lopulta 3 henkilöä. Otoksesta rajattiin pois alkoholin aiheuttamat spinoserebellaariset ataksiat ja kaikilla tutkittavilla oli diagnoosina SCA (spinoserebellaarinen ataksia). Rajaus tehtiin, koska tavoitteena oli saada kokoon mahdollisimman homogeeninen joukko. Tutkimukseen osallistumisen edellytyksenä oli että tutkittava kykenee kävelemään kohtuullisia matkoja apuvälineen kanssa tai ilman apuvälinettä.

Otoksen keräämiseen käytettiin apuna yhtä A4-kokoista tiedotetta, joka lähetettiin sähköpostitse Neuroliitto Ry:lle eteenpäin jaettavaksi (Liite 4). Kaikki tutkimukseen vapaaehtoisena ilmoittautuneet olivat yli 50-vuotiaita miehiä.

### **5.4 Tutkimuskerran kulku**

Tutkittavat saapuivat Turun ammattikorkeakoulun liikuntalaboratorion (LiiLab) tiloihin omakustanteisesti. Heille ohjattiin Covid-19 mukaisin toimenpitein maskin käyttö ja käsihygieniasta huolehtiminen. Myös opiskelijoilla oli käytössään maskit. Tutkittavat allekirjoittivat kirjallisen suostumuslomakkeen (ks. Liite 5 ja Liite 6).

Tutkittavat ohjeistettiin kävelemään viisi metriä pitkällä GAITRite –painesensorimatolla ilman kenkiä kolme kertaa. Kävely aloitettiin noin kaksi metriä ennen maton reunaa ja lopetettiin, kun tutkittava on kävellyt saman matkan maton ylitse. Näin saatiin eliminoitua kävelyn kiihdyttämisen ja jarruttamisen vaikutukset tuloksiin. Kävelyn aikana yksi tutkija seurasi kävelyä tutkittavan vierestä mahdollisten kaatumisten varalta. Kompurointeja tai kaatumistilanteita ei sattunut yhdenkään tutkittavan kohdalla. Yhdellä tutkittavalla oli käytössään liikkumisen apuvälineenä keppi ja yhdellä rollaattori. Tutkittavilla oli halutessaan mahdollisuus levätä tuolilla istuen suoritusten välissä.

Alkumittauksen jälkeen tutkittavat ohjattiin Zebris-laitteelle virtuaaliharjoitukseen. Tutkitaville puettiin päälle turvavaljaat. Tutkittavat saivat halutessaan ottaa tukea intervention aikana edessä tai sivuilla olevista tukikaiteista. Tutkittavat kävelivät matolla oman kuntosonsa mukaisesti ja itselle sopivaa vauhtia. Tutkittavat saivat pitää kävelyn aikana taukoja omat voimavaransa ja vireystilansa huomioiden. Vauhtia ei ollut mielekästä vakioida, sillä tutkittavat olivat keskenään hyvin eri kuntoisia eikä heitä vertailtu tutkimuksessa toisiinsa. Tutkittava 1 käveli yhteensä 216,7 metriä. Kävelyaika oli yhteensä 13 minuuttia. Hän käveli sen viidessä erässä, pitäen väleissä muutaman minuutin tauon. Vauhti oli koko kävelyn ajan 1 km/h. Tutkittava 2 käveli yhteensä 562,9 metriä. Kävelyaika oli yhteensä 14 minuuttia 40 sekuntia. Hän käveli sen seitsemässä erässä, pitäen väleissä muutaman minuutin tauon. Vauhti oli alussa 2 km/h ja sitä nostettiin asteittain aina 3 km/h asti. Tutkittava 3 käveli yhteensä 603 metriä. Kävelyaika oli yhteensä 26 minuuttia. Hän käveli sen kuudessa erässä, pitäen väleissä muutaman minuutin tauon. Vauhti oli alussa 1,3 km/h ja sitä nostettiin asteittain aina 1,6 km/h asti.

Intervention jälkeen tutkittavat ohjattiin takaisin GAITRite-painesensorimatolle ja suoritettiin loppumittaus. Loppumittaus tapahtui saman protokollan mukaan kuin alkumittaus, joka on kerrottu edellä. Loppumittaus pyrittiin suorittamaan mahdollisimman pian interventioharjoittelun lopetuksen jälkeen, jotta harjoittelun välittömät vaikutukset tulisivat mahdollisimman hyvin esille.

## 6 TULOKSET JA PÄÄTELMÄT

GAITRite-kävelyanalyysi tarjoaa tietoa kävelyn spatiotemporaalista parametreista selkeästi ja numeerisesti. Analysoitavaksi tähän opinnäytetyöhön valittiin seuraavat GAITRite-kävelyanalyysin tarjoamat muuttujat: askelnopeus, askelrytmi, askeleenottoaika, askel-  
syklin kesto, heilahdusaika, tukivaiheen kesto, yhden jalan tukivaiheen kesto, kahden jalan tukivaiheen kesto, askelpituus, askelparin pituus, tukipinnan leveys, askeleen rotaatioaste ja muuttujien keskihajonta.

### 6.1 Tulokset ja niiden analyysi

Tutkittavien tulokset ennen ja jälkeen intervention kerättiin ja tulostettiin nimettöminä. Tämän jälkeen laadittiin selkeät taulukot, joihin tulokset kerättiin helposti vertailtavaan muotoon. Taulukoihin laskettiin muuttujien väliset muutokset, ja ne merkittiin eri väreillä sen mukaan, oliko muutos positiivinen (+-merkkinen) vai negatiivinen (--merkkinen), eli kasvoiko vai pienenikö kyseisen parametrin tulos intervention myötä. (ks. liitteet).

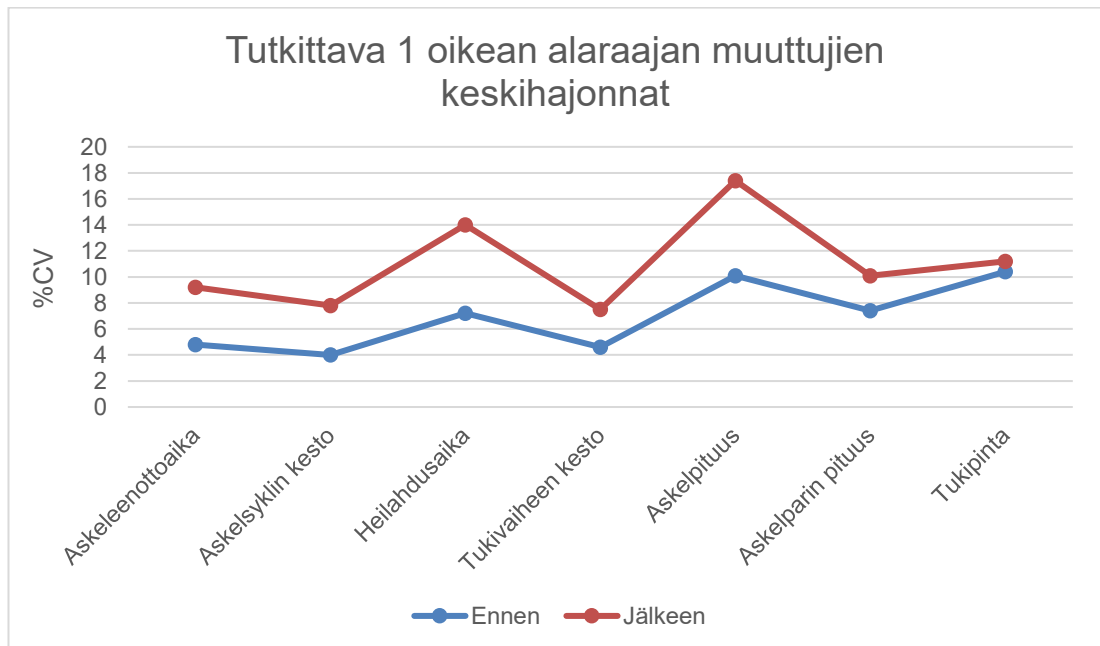
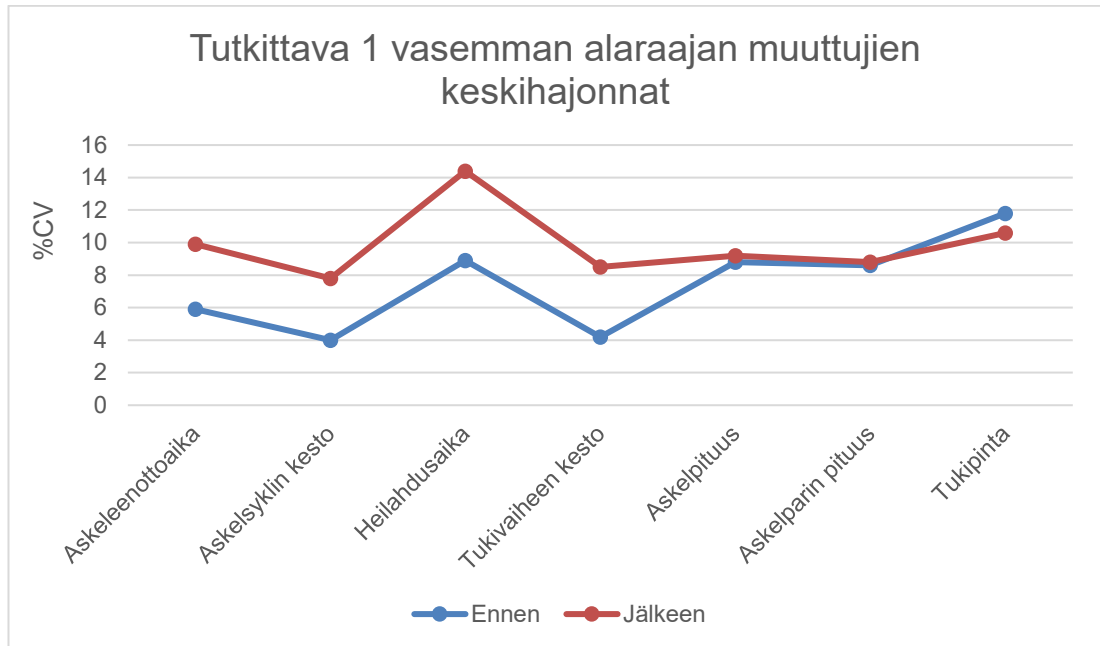
#### 6.1.1 Tutkittava 1

Ensimmäisen tutkittavan tuloksissa huomionarvoista on se, että lähes kaikkien parametrien kohdalla tulosten hajonta kasvoi intervention jälkeen. Käytännössä hajonnan kasvaminen tarkoittaa sitä, että kävelyn parametrit vaihtelivat runsaasti yhden kävelymatkan aikana, eli kävely oli epätasaisempaa.

Tutkittavan kävelynopeus hidastui ja kadenssi eli askeleiden määrä minuutissa väheni. Lisäksi askelpituus sekä askelparin pituus lyhenivät. Heilahdusajan ja yhden jalan tukivaiheen osuudet koko askelsyklistä pienenivät, kun taas kahden jalan tukivaiheen osuus kasvoi. Jalkojen rotaatioaste niin ikään kasvoi.

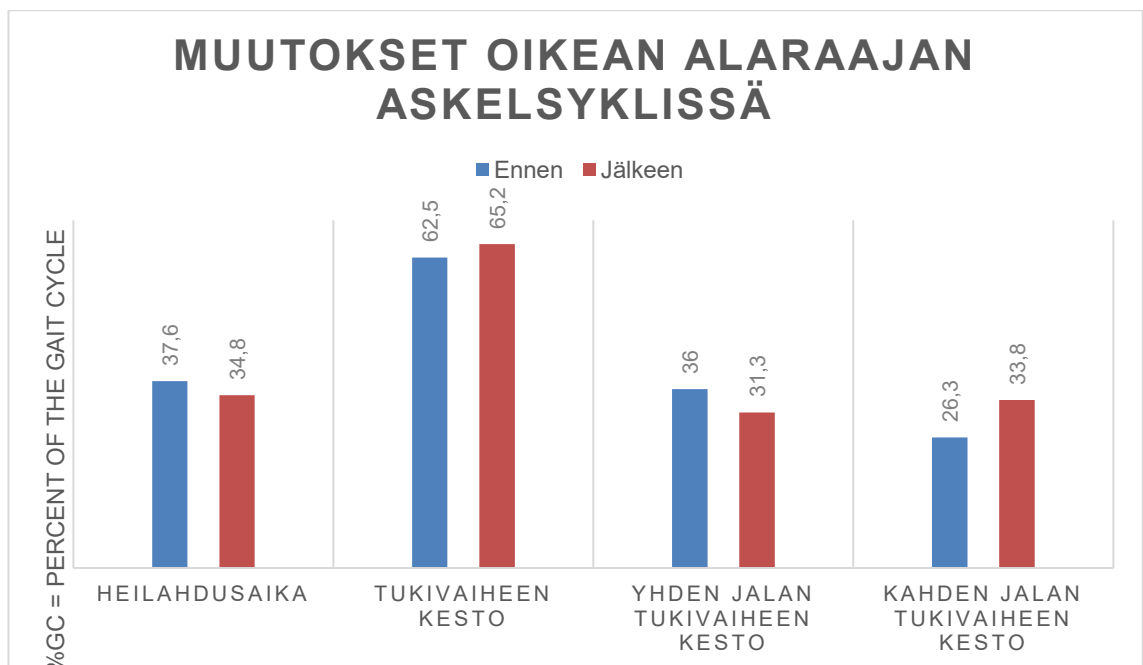
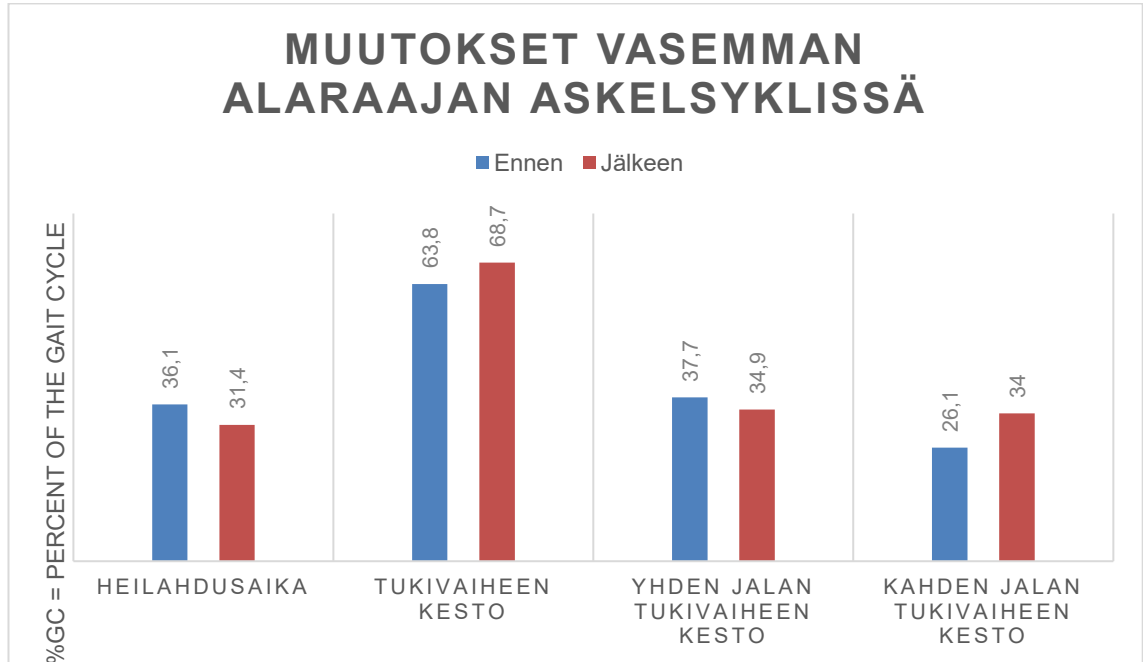
Tulokset viittaavat mahdollisesti lisääntyneeseen epävarmuuteen ja kävelyn huteruuteen välittömästi intervention jälkeen. Varsinkin lisääntynyt hajonta kävelyn eri vaiheissa kertoo siitä, että kävely ei ollut intervention jälkeen yhtä hallittua ja tasapainoista kuin ennen sitä. Tämä voi kertoa siitä, että kävelymatolta takaisin tasamaalle siirryttäessä kehon

adaptoituminen muuttuneeseen alustaan oli haastavaa. Lisäksi harjoittelu aiheuttaa väsymistä, joka osaltaan voi vaikuttaa intervention jälkeisiin tuloksiin.



## 6.1.2 Tutkittava 2

Toisen tutkittavan kohdalla suurimmat muutokset tapahtuivat askelsyklin eri osien välisissä suhteissa.



Heilahdusvaiheen osuus koko askelsyklistä pieneni ja sen keston hajonta kasvoi. Samalla tukivaiheen osuus askelsyklistä kasvoi ja sen keston hajonta pieneni. Yhden jalan tukivaiheen osuus koko askelsyklistä tosin pieneni ja sen keston hajonta kasvoi, kun taas kahden jalan tukivaiheen osuus koko askelsyklistä kasvoi. Käytännössä tämä tarkoittaa siis sitä, että tutkittavalla oli askelsyklin aikana intervention jälkeen kaksi jalkaa alustassa suuremman osan ajasta alkutilanteeseen verrattuna. Tämä saattaa johtua esimerkiksi kävely-ympäristön aiheuttamista tasapainon haasteista; tutkittava on mahdollisesti pyrkinyt vähentämään sitä aikaa, jonka on joutunut viettämään kapealla tukipinnalla (yhdellä jalalla).

Askelparin pituus kasvoi hieman ja sen hajonta pieneni merkittävästi. Askelpituus kasvoi oikealla, mutta lyheni vasemmalla. Lisäksi askeleen tukipinta ja sen hajonta pienenivät. Askelpituuksien osalta siis kävely oli tasaisempaa intervention jälkeen alkutilanteeseen verrattuna. Kävelynopeus ja –rytmi pysyivät kutakuinkin samoina.

### **6.1.3 Tutkittava 3**

Kolmannen tutkittavan tuloksissa on nähtävissä paljon erisuuntaisia muutoksia vasemman ja oikean puolen välillä. Puolierot ovat nähtävillä jo ennen interventiota tehdyssä mittauksessa. Vaikuttaa siltä, että erisuuntaisten muutosten takana on kävelyn muuttuminen symmetrisemmäksi, sillä oikean ja vasemman puolen tulosten väliset erot ovat intervention jälkeen tehdyssä mittauksessa monien muuttujien kohdalla pienemmät, kuin ennen interventiota. Esimerkiksi askelpituus kasvoi hieman oikealla ja lyheni vasemmalla, mutta intervention jälkeisessä kävelyssä ero vasemman ja oikean jalan välillä oli huomattavasti pienempi, kuin ennen interventiota. Sama ilmiö näkyy luonnollisesti myös askelparin pituudessa.

Muita huomionarvoisia muutoksia on nähtävissä askeleenottoajan hajonnassa, joka pieneni vasemmalla ja kasvoi oikealla. Lisäksi heilahdusajan hajonta kasvoi vasemmalla ja pieneni oikealla. Tukivaiheen keston hajonta kasvoi vasemmalla ja pieneni oikealla. Yhden jalan tukivaiheen kesto pieneni vasemmalla ja kasvoi oikealla. Hajonta kahden jalan tukivaiheen kestossa pieneni.

Kaiken kaikkiaan siis kolmannen tutkittavan kohdalla päätelmiä syy-seuraussuhteista on hankala tehdä tulosten suuren vaihtelevuuden ja jopa epäloogisuuden vuoksi. Toisaalta ataksiakävely onkin tyypillisesti hapuilevaa ja siksi hankalasti tulkittavissa.

#### 6.1.4 Yhteenveto

Tuloksia tulkittaessa voitiin siis todeta pieniä muutoksia lähes kaikkien muuttujien kohdalla, mikä tosin johtuu osittain myös ataksiakävelyllä tyypillisestä epäsäännöllisestä askeluksesta sekä sattumasta.

Kaikkien tutkittavien askelnopeus ja askelrytmi hidastuivat. Huomionarvoista tuloksissa on se, että monien muuttujien hajontaluku kasvoi intervention jälkeisessä mittauksessa. Tämä voi kertoa siitä, että kävely oli epävarmempaa ja ataksialle tyypillinen kävelyn epäsäännöllisyys lisääntyi siirryttäessä kävelymatolta takaisin tasamaalle. Toisaalta kävelyn tukipinta pieneni kaikilla tutkittavilla, joka kertonee siitä, että ataksiakävelyllä tyypillinen leväraiteisuus näkyi selkeämmin ennen interventiota tehdyssä mittauksessa.

Vaikka askelsyklin kesto pysyikin kaikilla tutkittavilla varsin samana, askelsyklin eri vaiheiden väliset osuudet muuttuivat etenkin tutkittavilla 1 ja 2. Tuloksista nähdään, että heilahdusvaiheen keston osuus askelsyklistä pieneni ja tukivaiheen osuus vastaavasti kasvoi etenkin kahdella ensimmäisellä tutkittavalla. Nämä tulokset selittyvät osittain kävelynopeuden hidastumisella, mutta myös kävelyn lisääntyneellä epävarmuudella saattaa olla osansa asiassa. Kävelyn ollessa epävarmempaa heilahtava jalka halutaan saada mahdollisimman nopeasti takaisin alustaan, jotta yhden jalan varassa oltaisiin mahdollisimman lyhyt aika.

#### 6.2 Pohdinnat ja päätelmät tuloksista

Masanin ym. (2002) mukaan kävelymatolla kävellessä terve verrokki sietää kävelyssä esiintyvää vaihtelevuutta eli variabiliteettia hyvin sellaiseen henkilöön nähden, jolla on kävelyn heikkenemiseen liittyvä sairaus. Kävelyn vaihtelevuutta voi olla esimerkiksi kävelymatolta tasamaalle siirtyminen, jolloin kävelyn parametreissa voidaan nähdä muutoksia. Tämä voi olla syy siihen, miksi kävelyn muuttujien keskihajonnat kasvoivat ja kävely muuttui hapuilevammaksi jokaisen tutkittavan kohdalla.

Keskeistä kuntoutuksen ja harjoittelun kannalta on se, miten harjoiteltu taito siirtyy uuteen ympäristöön tai uuteen tehtävään. Tutkijat ovat todenneet, että eniten siirtovaikutuksen (transfer) määrään vaikuttaa se, miten samankaltaisia tehtävät tai ympäristöt ovat toistensa kanssa. Toisin sanoen siirtovaikutus harjoittelun ja arjen välillä on sitä vahvempi, mitä enemmän harjoittelu-ympäristö muistuttaa arjen toimintaympäristöä.

(Shumway-Cook 2012, 37.) Kävelymatto on toimintaympäristönä hyvin erilainen tasamaahan verrattuna, jonka vuoksi siirtovaikutus harjoitteen ja testauksen välillä on voinut jäädä heikoksi.

Suunnitelmavaiheessa opinnäytetyön mittariksi valittiin GAITrite -kävelyanalyysi, koska kävelyn haluttiin olevan tutkimusvaiheessa mahdollisimman samankaltaista, kuin tutkittavien arjessa. Useammalle tutkittavalle kävelymatto oli kokonaisuudessaan laitteena vieras, jonka takia kävely muuttui intervention aikana mahdollisesti jo oppimisvaikutuksen vuoksi, kun laite tuli tutuksi. Tämä oli myös yksi syy sille, miksi testaus haluttiin suorittaa kävelymaton sijaan tasamaalla.

Tutkimusasetelman luotettavuuden parantamiseksi kävelyn spatiotemporaalisten parametrien mittaaminen olisi ehkä kannattanut suorittaa kävelymatolla välittömästi intervention jälkeen tasamaalla kävelyn sijaan. Toisaalta tällöin olisi vaikeaa arvioida sitä, missä määrin kävelyn muutokset johtuvat interventiosta ja missä määrin oppimisvaikutuksesta ja kävely-ympäristöön totumisesta.

Tämän opinnäytetyön tulokset osoittavat siis siihen suuntaan, että kävelymattoharjoittelun välittömät vaikutukset pikkuaivoataksiaa sairastavan henkilön kävelyyntä liittävät lähinnä kehon haasteisiin adaptoitua kävely-ympäristön muutokseen. Opinnäytetyön tavoitteena oli arvioida, soveltuuko kävelymattoharjoittelun ja virtuaaliharjoittelun yhdistäminen pikkuaivoataksiaa sairastavien henkilöiden kuntoutuksen tueksi. Vaikka intervention välittömät vaikutukset tutkittavan kävelyyntä liittivät lähinnä kävely-ympäristön muutokseen ja sen aiheuttamiin haasteisiin, saattaa olla, että intensiivisempi ja pitkäaikaisempi harjoittelu osana kuntoutusta voi edistää pikkuaivoataksiaa sairastavan henkilön kävely- ja toimintakykyä. Tarkempien johtopäätösten tekemiseksi aihetta kuitenkin pitää tutkia vielä lisää ja suuremmalla otannalla.

Tutkimuksen tuloksia pohdittaessa on otettava huomioon myös se, että monet muutkin tekijät voivat vaikuttaa kävelyyntä ja sen muutokseen erityisesti henkilöillä, joiden kävelykyky on heikentynyt jonkun neurologisen sairauden vuoksi. Tällaisia tekijöitä voivat olla esimerkiksi vuorokaudenaikaan liittyvät vireystilan vaihtelut, lääkityksen vaikutukset tai ravitsemuksellinen ja nesteytyksellinen tila sekä harjoittelun aiheuttama väsyminen. Tässä opinnäytetyössä ei tietosuojamääräyksiin liittyvistä syistä kerätty dataa tutkittavien mahdollisista taustasairauksista tai aiemmista leikkauksista, joten näiden vaikutuksia tutkittavan kävelyyntä ei voida arvioida.

### 6.2.1 Opinnäytetyön prosessi

Opinnäytetyön prosessin kulku suunnitelmavaiheesta toteutukseen ei sujunut mutkitta. Haasteita tuotti esimerkiksi monen eri tahon välinen hidas kommunikointi, joka osaltaan venytti aikataulua. Tutkittavien kokoon saamisessa oli myös haasteita, koska pikkuaivoataksiadiagnoosi on perin harvinainen ja tutkimukseen sopivia vapaaehtoisia henkilöitä oli hankala löytää. Neurologiset sairaudet ovat usein progressiivisia, ja niinpä aikataulun venymisen vuoksi joidenkin vapaaehtoisiksi ilmoittautuneiden henkilöiden fyysinen kunto laski niin, ettei tutkimukseen osallistuminen ollut enää mahdollista.

Alun perin opinnäytetyön oli määrä olla valmis keväällä 2020, mutta Covid19- pandemian vuoksi toteutus jouduttiin siirtämään 2020 syksyyn. Julkiset tilat, kuten myös interventioon käytettävät tilat liikuntalaboratoriolla, olivat suljettuina ja asiakastyöt kiellettyjä. Lopulta vaihtoehtona oli tehdä täysin uusi suunnitelma tai pysyä jo valmiiksi suunnitellussa ja toteuttaa interventio, kun pandemiatilanne olisi rauhallisempi. Teoreettisen viitekehyyksen kirjoittamiseen vaadittiin jonkin verran kirjallisuutta ja kun kirjastotkin olivat suljettuina, oli vain odotettava. Kun vihdoin toteutuksen aloittamiselle näytettiin vihreää valoa, sujui toteutus intervention osalta nopealla aikataululla. Pääsimme pikaisesti analysoimaan dataa ja kirjoittamaan päätelmiä ja lopputuloksia.

Koska opinnäytetyön tekijöitä oli kolme, oli toisinaan vaikeaa löytää kaikille sopivaa yhteistä aikaa. Vallitsevan tilanteen vuoksi jouduttiin vaihtamaan tapaamisia etätapaamiseksi. Etänä opinnäytetyön kirjoittaminen ja selkeä työnjako oli hieman haastavampaa kuin kasvotusten asioista sopiminen. Opiskelijat jakoivat keskenään muutamia rooleja, ja esimerkiksi ulkopuolisten henkilöiden kanssa kommunikoinnista vastasi kerrallaan vain yksi opiskelija. Koko kirjoitusprosessia olisi sujuvoittanut vielä selkeämmät roolijaot ja tehokkaammat tapaamiskerrat. Onneksi isoimmilta konflikteilta kuitenkin vältyttiin prosessin aikana kokonaan.

### 6.2.2 Eettinen pohdinta

Tämän opinnäytetyön eri vaiheissa tutkijoina, mittaajina ja fysioterapeutteina toimivat aina samat henkilöt. Tällä pyrittiin tutkimuksen vakioimiseen ja virheiden minimointiin.

Tutkimukseen osallistuminen oli kaikille vapaaehtoista ja osallistuminen oli mahdollista peruuttaa milloin tahansa. Tästä kerrottiin tutkittaville ennen tutkimuksen aloittamista.

Tämä tutkimus ei ollut invasiivinen, eikä aiheuttanut mitään terveydellistä haittaa tai terveysriskejä tutkittaville.

Lain mukaan lääketieteellisessä tutkimuksessa tutkittavan etu ja hyvinvointi on aina asetettava tieteen ja yhteiskunnan etujen edelle. Tutkittavalle mahdollisesti aiheutuvat riskit ja haitat on pyrittävä ehkäisemään. Tutkittavan saa asettaa alttiiksi vain sellaisille toimenpiteille, joista odotettavissa oleva terveydellinen tai tieteellinen hyöty on selvästi suurempi kuin tutkittavalle mahdollisesti aiheutuvat riskit ja haitat. (Finlex 2019.)

Lääketieteellistä tutkimusta ei saa suorittaa ilman tutkittavan kirjallista suostumusta. Tutkittavalle on myös annettava riittävä selvitys hänen oikeuksistaan, tutkimuksen tarkoituksesta, luonteesta ja siinä käytettävistä menetelmistä. Tutkittavalle on annettava selvitys mahdollisista tutkimukseen liittyvistä riskeistä ja haitoista. Selvitys on annettava siten, että tutkittava pystyy päättämään suostumuksestaan tietoisena tutkimukseen liittyvistä, hänen päätöksentekoonsa vaikuttavista seikoista. (Finlex 2019.) Tutkittaville lähetettiin infokirje, jossa kerrottiin tutkimuksesta ja sen tarkoituksesta, sekä henkilöiden oikeuksista tutkimuksen aikana.

Tutkittavilta kerättiin henkilötietoja, joita tarvittiin tutkimusta varten. Tarvittavia tietoja ovat nimi, ikä, sekä yhteystiedot eli sähköpostiosoite ja puhelinnumero. Tiedot tuhotaan asianmukaisesti tietoturva-asetuksia noudattaen opinnäytetyön jälkeen.

## LÄHTEET

- Auranen, M. 2017. MIRAS. Mitokondriaalinen resessiivinen ataksiaoireyhtymä. Neuroliiton www-sivut. <https://neuroliitto.fi/tieto-tuki/tietoa-sairauksista/harvinaiset-neurologiset-sairaudet/diagnoosit/miras/> Viitattu 03.11.2019.
- Bastian, A. & Keller, J. 2014. A home balance exercise improves walking in people with cerebellar ataxia. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 28. vuosikerta. 8. julkaisu. Kalifornia: SAGE publications. 770-778.
- Bilney, B.; Morris, M. & Webster, K. 2005. Concurrent related validity of the GAITRite® walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. *Gait & Posture* 17 vuosikerta, 1. Julkaisu. Philadelphia: Elsevier Inc. 317-321.
- Bressman, S. 1996. Genetics of movement disorders: recent advances. Kokousyhteenvedossa: *Movement disorders*. American Academy of Neurology. San Francisco. 67-102.
- Coutts, F. 1999. Gait analysis in the therapeutic environment. *Manual Therapy* 4 vuosikerta, 1. julkaisu. Philadelphia: Elsevier Inc. 2-10.
- Feller, J.; Webster, K. & Witter, J. 2003. Validity of the GAITRite® walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. *Gait & Posture*. 17. vuosikerta. 1. Julkaisu. Philadelphia: Elsevier Inc. 68-74.
- Finlexin www-sivut. 2019. Laki lääketieteellisestä tutkimuksesta. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990488> Viitattu 31.10.2019.
- Dingwell J.B.; Joby, J. & Cusumano J.P. 2010. Do humans optimally exploit redundancy to control step variability in walking? *PLoS Computational biology*, 6. vuosikerta. 7.julkaisu. Lontoo: Jörn Diedrichsen. 1.
- Duodecim. Terveyskirjasto. 2019. Harvinaiset sairaudet. Wilsonin tauti (Orphanet). [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=orp01526](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=orp01526) Viitattu 8.3.2020.
- Duodecim. Terveyskirjasto. 2019. Lääketieteen sanasto. Tonus. [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=ltt03483](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt03483) Viitattu 31.10.2019.
- Duodecim. Terveyskirjasto. 2019. Lääketieteen sanasto. Interventio. [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=ltt01376](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt01376) Viitattu 22.1.2020.
- Duodecim. Terveyskirjasto. 2019. Lääketieteen sanasto. Invasiivinen. [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=ltt01390](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt01390) Viitattu 31.10.2019.
- Duodecim. Terveyskirjasto. 2016. Liikehallinnan harjoittaminen. [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=tju00210#s4](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=tju00210#s4) Viitattu 31.10.2019.
- Heikkilä, Tarja. 2014. Tilastollinen tutkimus. 9. uudistettu painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Kaakkola, S. & Marttila, R. 2006. Liikehäiriöt. 2. painos. Teoksessa Soinila, S.; Kaste, M. & Somer, H. (toim.) Neurologia. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy. 234–235.

Kiviranta, I. & Järvinen, M. 2012. Ortopedia. 1. painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy. 45-46.

Kressig, R. W. & Beauchet, O. 2006. Guidelines for clinical applications of spatio-temporal gait analysis in older adults. Aging clinical and experimental research. 18. Vuosikerta. 2. julkaisu. Sveitsi: Department of rehabilitation and geriatrics, Geneva university hospitals, Geneva-thonex. 174-175.

Levangie, P. & Norkin, C. 2011. Joint structure and Function (5th ed.). Philadelphia: F.A. Davis Company. 441-551.

Lundy-Ekman, L. 2002. Neuroscience – Fundamentals for rehabilitation. 2. painos. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 236-237.

Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim- 1997. Ataksiat ja niiden erotusdiagnoosiikka. 113:1773–82. <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/1997/18/duo70412> Viitattu 06.11.2019.

Marquer, A. Barbieri, G & Pérennou, D. 2014. The assessment and treatment of postural disorders in cerebellar ataxia: A systematic review. Annals of physical and rehabilitation medicine. 57. Julkaisu. Philadelphia: Elsevier Inc. 67-78.

Masani, K. Kouzaki, M & Fugunaka, T. 2002. Variability of ground reaction forces during treadmill walking. Journal of applied physiology. 92. Vuosikerta. Julkaisu 5. American Physiological Society.

Mayoclinic www-sivut. > Diseases & Conditions > Ataxia > Symptoms & Causes. <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/ataxia/symptoms-causes/syc-20355652> Viitattu 5.2.2020

McGovern medical school at University of Texas. Department of neurobiology and anatomy www-sivut. 1997. Lab 5 > Somatosensory, Viscerosensory and Spinocerebellar Pathways > Spinocerebellar Pathways. [https://nba.uth.tmc.edu/neuroanatomy/L5/Lab05p15\\_index.html](https://nba.uth.tmc.edu/neuroanatomy/L5/Lab05p15_index.html). Viitattu 22.1.2020.

Ojala, M. 2007. Huimaako? Juva: WS Bookwell Oy. 7-8.

Perry, J. and Burnfield, J.M. (2010) GAIT ANALYSIS. Normal and Pathological Function. (2nd ed.). New Jersey: SLACK incorporated. 10-80.

- Rantamäki, M. 2009. New Hereditary Ataxia-Disorders in Finland. Väitöskirja. Lääketieteellinen tiedekunta. Tampere: Tampereen yliopisto. 8-9. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/66520/978-951-44-7847-5.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rinne, R. 2006. Spinocerebellariset ataksiat eli SCA-sairaudet. Neuroliiton www-sivut. <https://neuroliitto.fi/tieto-tuki/tietoa-sairauksista/harvinaiset-neurologiset-sairaudet/diagnoosit/sca-sairaudet/> Viitattu 03.11.2019.
- Rinne, R. 2003. Ei-perinnöllinen, aikuisiän määrittämätön etenevä ataksiasairaus eli IDCA. Neuroliiton www-sivut. <https://neuroliitto.fi/tieto-tuki/tietoa-sairauksista/harvinaiset-neurologiset-sairaudet/diagnoosit/idca/> Viitattu 03.11.2019.
- Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. 5.5 Tapaustutkimus. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Saatavilla osoitteessa <https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/> Viitattu 6.11.2019.
- Saarikoski, R.; Stolt, M. & Liukkonen, I. 2014. Terveet jalat. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 5, 140.
- Sand, O.; Sjaastad, Ø.; Haug, E. & Bjålie, J. 2015. Ihminen – fysiologia ja anatomia. 8.-12. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 126-127.
- Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy. 289-308.
- Schniepp, R. ym. 2016. The interrelationship between disease severity, dynamic stability, and falls in cerebellar ataxia. Journal of Neurology 263. New York: Springer Publishing. 1409-1417.
- Shumway-cook, A & Woollacott, H. 2012. Motor Control: Translating research into clinical practice. 4. painos. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 8-264.
- Subramony, S. H. 2004. Ataxic Disorders. Teoksessa Neurology in clinical practice. 4. Julkaisu. Philadelphia: Elsevier Inc. 287-288.
- Soinila, S. 2015. Neurologia (online). Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 6.11.2019. Saatavilla (vaatii käyttäjätunnuksen): <https://www.oppiportti.fi/op/neu00001/do>
- Synofzik, M. & Winfried, I. 2014. Motor Training in Degenerative Spinocerebellar Disease: Ataxia-Specific Improvements by Intensive Physiotherapy and Exergames. BioMed Research International. Lontoo: Hindawi publishing corporation. 1-5.
- Wuehr, M ym. 2013. Speed-dependent temporospatial gait variability and long-range correlations in cerebellar ataxia. Gait & Posture. 34. vuosikerta. 2. julkaisu. Philadelphia: Elsevier inc. 214-218.

Zebris Medical GmbH www-sivut. Home > Medical > Products & Solutions > Gait analysis and gait training. <https://www.zebris.de/en/medical/products-solutions/gait-analysis-and-gait-training/>  
Viitattu 6.11.2019.

## Liite 1: Kutsukirje

### Kutsukirje tutkimukseen

Hei!

Olette ilmaisseen kiinnostuksenne osallistua tutkimukseen, joka suoritetaan osana Turun ammattikorkeakoulun opiskelijoiden opinnäytetyötä. Opinnäytetyön tarkoituksena on arvioida kävelymattoharjoittelun vaikutuksia pikkuaivoataksiaa sairastavan henkilön kävelyyn Zebris Rehawalk -kävelymaton avulla.

Zebris Rehawalk -kävelymatto on tarkoitettu kuntoutuksen tueksi arvioimaan kävelyn ongelmia ja hoitamaan erilaisia kävelyyn liittyviä häiriöitä harjoittelun avulla. Harjoitteluosuudessa tutkittava kävelee kävelymatolla ja reagoi edessään ruudulla näkyviin esteisiin, kuten polulle kaatuneisiin puunrunkoihin. Kävelymatolla on mahdollista kävellä kävelykepin kanssa. Tarvittaessa tutkittavan on harjoittelun aikana mahdollista tukeutua kävelymaton kummallakin puolella oleviin tukikaiteisiin. Päällään tutkittavalla on turvaljaat kaatumisten estämiseksi. Kävelyn muuttujien mittaamiseen käytämme n.10m pitkää painesensorilevyä. Käytännössä levyllä kävely ei poikkea normaalista tasamaalla kävelystä lainkaan. Tutkimus on täysin turvallinen.

Jokainen tutkittava osallistuu tutkimukseen yhtenä päivänä kevään aikana. Tutkimuskerta koostuu neljästä osuudesta: haastattelusta, alkumittauksesta, interventiotutkimuksesta sekä loppumittauksesta. Tutkimuksen aikana on mahdollista pitää lepotaukoja. Tutkimuskerran kesto on n.2-3 tuntia. Tutkimuksen voi tarvittaessa keskeyttää missä vaiheessa tahansa, eikä siitä aiheudu seuraamuksia.

Tutkimus toteutetaan Turun Liikuntalaboratorion (LiiLab) tiloissa Tyksin Medisiina D -rakennuksessa (Kiinanmyllynkatu 10, 20520 Turku). Paikalla on opiskelijoiden lisäksi ohjaava fysioterapeutti. Koko tutkimus suoritetaan yhdellä tapaamiskerralla. Rakennus on esteetön. Kuljetus paikalle on omakustanteinen. Tutkimukseen osallistuminen on ilmaista. Tutkimukseen osallistumisesta ei makseta korvausta.

Tutkimus oli tarkoitus toteuttaa kevään aikana, mutta vallitsevan maailmantilanteen vuoksi joudumme siirtämään tutkimusajankohtaa myöhäisemmäksi. Toiveenamme olisi järjestää tutkimuskerrat viimeistään elokuun aikana. Tutkimuskertojen ajankohdat sovietaan jokaisen tutkittavan kanssa henkilökohtaisesti. Toivommekin, että otat yhteyttä

sinulle sopivista ajankohdista opinnäytetyön yhteyshenkilöön. Pyrimme toteuttamaan tutkimuskerrat klo 10 ja 16 välillä, mutta tarvittaessa on mahdollista sopia myös muu aika.

Tieteellisiin tutkimuksiin osallistuminen on aina vapaaehtoista ja tutkimuksiin osallistuvat saavat tutkimuksesta tietoa sekä kirjallisesti että suullisesti ja allekirjoittavat suostumuksen. Tutkittaville kerrotaan, mikä on tutkimuksen tarkoitus, millaisia käytännön vaikutuksia tutkimuksesta seuraa, onko tutkimuksessa riskejä ja millaisia hyötyjä tutkimuksesta mahdollisesti odotetaan.

Ajanvaraus ja mahdolliset lisäkysymykset:

Opinnäytetyön yhteyshenkilö: Annica Laine

[annica.laine@edu.turkuamk.fi](mailto:annica.laine@edu.turkuamk.fi)

+358442095623

Ystävällisin terveisin: fysioterapeuttiopiskelijat Annica Laine, Elias Ekström ja Tino Virtanen

## Liite 2: COVID-19 -infokirje

### COVID-19 vaikutukset opinnäytetyön toteutukseen

Vallitsevasta COVID-19-tilanteesta huolimatta pyrimme toteuttamaan tutkimuksen viimeistään elokuun aikana. Me opiskelijat ja liikuntalaboratorion työntekijät pyrimme omassa toiminnassamme tartuntariskin minimointiin seuraavanlaisin keinoin:

- Paikalla tutkimushuoneessa on tutkittavan lisäksi korkeintaan neljä henkilöä. Vältämme kaikkea tarpeetonta fyysistä kontaktia.
- Kaikki käytettävät laitteet ja pinnat desinfioidaan ennen ja jälkeen tutkimuksen.
- Paikalla tutkittavalla on halutessaan mahdollisuus kumihanskojen, käsidesin ja hengityssuojaimen käyttöön. Tutkittavan niin halutessa myös muut paikalla olijat käyttävät hengityssuojainta ja kumihanskoja.
- Emme osallistu tutkimukseen, jos koemme minkäänlaisia sairauden oireita.

Ethän tule tutkimukseen jos:

- Koet minkäänlaisia sairauden oireita, kuten kuumeilua tai hengitystieoireita.
- Olet juuri palannut Suomeen tartuntariskialueelta 14vrk sisällä.

Halutessasi voit keskeyttää tutkimukseen osallistumisesi.

## Liite 3: Tutkimustulokset

Tutkittava 1. Muutokset kävelyn parametreissä.

Parametrit	Ennen interventiota	Intervention jälkeen	Muutos
Kävelynopeus (cm/s)	67,0	55,3	-11,7
Kadenssi (askelta/min)	126,0	124,7	-1,3
Askeleenottoaika (s) / Vasen: (%CV)	0,476 / (5,9)	0,516 / (9,9)	0,04/ (4)
	Oikea: 0,477 / (4,8)	0,444 / (9,2)	-0,03/ (4,4)
Askelsyklin kesto (s) / Vasen: (%CV)	0,953 / (4,0)	0,963 / (7,8)	0,01/ (3,8)
	Oikea: 0,955 / (4,0)	0,960 / (7,8)	0,005/ (3,8)
Heilahdusaika (s) / Vasen: (%CV) / %GC	0,304 / (8,9) / 31,9	0,270 / (14,4) / 28,0	-0,034 / (5,5) / -3,9
	Oikea: 0,321 / (7,2) / 33,6	0,279 / (14,0) / 29,1	-0,042 / (6,8) / -4,5
Tukivaiheen kesto (s) / Vasen: (%CV) / %GC	0,649 / (4,2) / 68,1	0,693 / (8,5) / 72,0	0,044 / (4,3) / 3,9
	Oikea: 0,634 / (4,6) / 66,4	0,680 / (7,5) / 70,8	0,046 / (2,9) / 4,4
Yhden jalan tukivaiheen kesto (s) / Vasen: (%CV) / %GC	0,321 / (7,2) / 33,7	0,279 / (14,0) / 29,0	-0,042 / (6,8) / -4,7
	Oikea: 0,304 / (8,9) / 31,8	0,270 / (14,4) / 28,1	-0,034 / (5,5) / -3,7
Kahden jalan tukivaiheen kesto (s) / Vasen: (%CV) / %GC	0,327 / (7,3) / 34,3	0,413 / (10,4) / 42,9	0,086 / (3,1) / 8,6
	Oikea: 0,330 / (7,3) / 34,6	0,414 / (10,9) / 43,1	0,084 / (3,6) / 8,5
Askelpituus (cm) / Vasen: (%CV)	32,889 / (8,8)	27,583 / (9,2)	-5,306 / (0,4)
	Oikea: 30,996 / (10,1)	25,542 / (17,4)	-5,454 / (7,3)

Askelparin pituus (cm) / (%CV)	Vasen:	63,844 / (8,6)	53,178 / (8,8)	-10,666 / (0,2)
	Oikea:	64,168 / (7,4)	53,092 / (10,1)	-11,076 / (2,7)
Tukipinta (cm) / (%CV)	Vasen:	19,98 / (11,8)	19,42 / (10,6)	-0,56 / (-1,2)
	Oikea:	19,89 / (10,4)	19,38 / (11,2)	-0,51 / (0,8)
Askeleen rotaatioaste (Toe in / out) (deg)	Vasen:	6	8	2
	Oikea:	12	15	3

\*%GC = Percent of the gait cycle = Prosentuaalinen osuus koko askelsyklin kestosta

\*\* CV = Coefficient of variance = Variaatiokerroin (hajonta)

## Tutkittava 2. Muutokset kävelyn parametreissa.

Parametrit		Ennen interventiota	Intervention jälkeen	Muutos
Kävelynopeus (cm/s)		65,5	65,0	-0,5
Kadenssi (askelta/min)		98,7	97,9	-0,8
Askeleenottoaika (s) / (%CV):	Vasen:	0,630 / (6,3)	0,622 / (7,2)	-0,008 / (0,9)
	Oikea:	0,584 / (5,7)	0,604 / (4,8)	0,02 / (-0,9)
Askelsyklin kesto (s) / (%CV)	Vasen:	1,210 / (4,6)	1,221 / (4,6)	0,011 / (0)
	Oikea:	1,214 / (4,6)	1,223 / (4,6)	0,009 / (0)
Heilahdusaika (s) / (%CV) / %GC	Vasen:	0,437 / (5,7) / 36,1	0,383 / (12,8) / 31,4	-0,054 / (7,1) / -4,7
	Oikea:	0,456 / (4,6) / 37,6	0,426 / (8,2) / 34,8	-0,03 / (3,6) / -2,8
Tukivaiheen kesto (s) / (%CV) / %GC	Vasen:	0,772 / (6,2) / 63,8	0,839 / (4,2) / 68,7	0,067 / (-2) / 4,9
	Oikea:	0,759 / (6,7) / 62,5	0,797 / (4,3) / 65,2	0,038 / (-2,4) / 2,7
Yhden jalan tukivaiheen kesto (s) / (%CV) / %GC	Vasen:	0,456 / (4,6) / 37,7	0,426 / (8,2) / 34,9	-0,03 / (3,6) / -2,8
	Oikea:	0,437 / (5,7) / 36,0	0,383 / (12,8) / 31,3	-0,054 / (7,1) / -4,7
Kahden jalan tukivaiheen kesto (s) / (%CV) / %GC	Vasen:	0,316 / (12,3) / 26,1	0,415 / (8,0) / 34,0	0,099 / (-4,3) / 7,9
	Oikea:	0,319 / (4,1) / 26,3	0,413 / (8,5) / 33,8	0,09 / (4,4) / 7,5
Askelpituus (cm) / (%CV)	Vasen:	39,246 / (11,2)	37,599 / (10,4)	-1,647 / (-0,8)
	Oikea:	40,968 / (9,3)	42,758 / (8,4)	1,79 / (-0,9)

Askelparin pituus (cm) / (%CV)	Vasen:	80,053 / (9,5)	80,431 / (6,4)	0,378 / (-3,1)
	Oikea:	80,167 (9,1)	80,524 / (6,1)	0,357 / (-3,0)
Tukipinta (cm) / (%CV)	Vasen:	15,65 / (11,5)	12,90 / (10,4)	-2,75 / (-1,1)
	Oikea:	15,59 / (11,7)	12,88 / (8,5)	-2,71 / (-3,2)
Askeleen rotaatioaste (Toe in / out) (deg)	Vasen:	8	8	0
	Oikea:	6	5	-1

&lt;

\*%GC = Percent of the gait cycle = Prosentuaalinen osuus koko askelsyklin kestosta

\*\* CV = Coefficient of variance = Variaatiokerroin (hajonta)

## Tutkittava 3. Muutokset kävelyn parametreissa.

Parametrit		Ennen interventiota	Intervention jälkeen	Muutos
Kävelynopeus (cm/s)		96,3	95,4	-0,9
Kadenssi (askelta/min)		107,3	107,1	-0,2
Askeleenottoaika (s) / (%CV):	Vasen:	0,572 / (6,6)	0,558 / (4,7)	-0,014 / (-1,9)
	Oikea:	0,546 / (5,5)	0,563 / (7,5)	0,017 / (2,0)
Askelsyklin kesto (s) / (%CV)	Vasen:	1,116 / (3,4)	1,117 / (4,7)	0,001 / (1,3)
	Oikea:	1,114 / (3,4)	1,109 / (4,7)	-0,005 / (1,3)
Heilahdusaika (s) / (%CV) / %GC	Vasen:	0,420 / (6,0) / 37,6	0,411 / (7,1) / 36,8	-0,009 / (1,1) / -0,8
	Oikea:	0,404 / (6,9) / 36,3	0,411 / (5,1) / 37,1	0,007 / (-1,8) / 0,8
Tukivaiheen kesto (s) / (%CV) / %GC	Vasen:	0,696 / (4,0) / 62,4	0,706 / (7,6) / 63,2	0,01 / (3,6) / 0,8
	Oikea:	0,710 / (5,6) / 63,7	0,699 / (3,9) / 63,0	-0,011 / (-1,7) / -0,7
Yhden jalan tukivaiheen kesto (s) / (%CV) / %GC	Vasen:	0,404 / (6,9) / 36,2	0,411 / (5,1) / 36,8	0,007 / (-1,8) / 0,6
	Oikea:	0,420 / (6,0) / 37,7	0,411 / (7,1) / 37,01	-0,009 / (1,1) / -0,69
Kahden jalan tukivaiheen kesto (s) / (%CV) / %GC	Vasen:	0,300 / (11,0) / 26,9	0,287 / (4,5) / 25,7	-0,013 / (-6,5) / -1,2
	Oikea:	0,292 / (11,3) / 26,2	0,288 / (6,6) / 26,0	-0,004 / (-4,7) / -0,2
Askelpituus (cm) / (%CV)	Vasen:	51,901 / (6,8)	52,274 / (5,6)	0,373 / (-1,2)
	Oikea:	55,836 / (6,5)	54,455 / (7,6)	-1,381 / (1,1)
Askelparin pituus (cm) / (%CV)	Vasen:	109,845 / (3,5)	107,307 / (6,2)	-2,538 / (2,7)
	Oikea:	107,771 / (5,7)	107,310 / (5,3)	-0,461 / (-0,4)

Tukipinta (cm) / (%CV)	Vasen:	17,18 / (10,9)	17,15 / (7,7)	-0,03 / (-3,2)
	Oikea:	16,87 / (8,3)	16,66 / (11,1)	-0,21 / (2,8)
Askeleen rotaatioaste (Toe in / out) (deg)	Vasen:	16	15	-1
	Oikea:	23	24	1

\*%GC = Percent of the gait cycle = Prosentuaalinen osuus koko askelsyklin kestosta

\*\* CV = Coefficient of variance = Variaatiokerroin (hajonta)

## Liite 4: Mainos

### Sinustako apua opinnäytetyöhömmme?

#### Mitä?

Olemme kolme viimeisen vuoden fysioterapeuttiopiskelijaa Turun ammattikorkeakoulusta ja kaipaamme tutkittavia opinnäytetyöhömmme. Opinnäytetyömme tutkii kävelymattoharjoittelun vaikutuksia pikkuaivoataksiaa sairastavan henkilön kävelyyn. Tutkimus sisältää alkuhaastattelun, 30-45 minuutin harjoitteluosuuden lepotaukoineen ja kävelyn muuttujien mittaamisen ennen ja jälkeen harjoittelun.

#### Miten?

Zebris Rehawalk -kävelymatto on tarkoitettu kuntoutuksen tueksi arvioimaan kävelyn ongelmia ja hoitamaan erilaisia kävelyyn liittyviä häiriöitä harjoittelun avulla. Harjoitteluosuudessa tutkittava kävelee kävelymatolla ja reagoi edessään ruudulla näkyviin esteisiin, kuten polulle kaatuneisiin puunrunkoihin. Kävelymatolla on mahdollista kävellä apuvälineen, kuten rollaattorin tai kävelykepin kanssa. Päällään tutkittavalla on turvavaljaat kaatumisten estämiseksi. Kävelyn muuttujien mittaamiseen käytämme n.10m pitkää painesensorilevyä. Käytännössä levyllä kävely ei poikkea normaalista tasamaalla kävelystä ollenkaan.

#### Kuka?

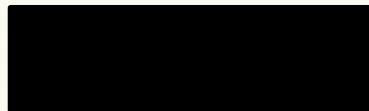
Tutkittaviksi tarvitsisimme pikkuaivoataksiaa sairastavia henkilöitä, joilla on jotain kävelemisen pulmia. Tutkittavan tulee pystyä kävelemään kohtuullisia matkoja yhtäjaksoisesti apuvälineen kanssa tai ilman apuvälinettä. Harjoittelun aikana lepotaukoja pidetään tarpeen mukaan.

#### Missä ja milloin?

Tutkimus toteutetaan Turun Liikuntalaboratorion (LiLab) tiloissa Tyksin Medisiina D - rakennuksessa (Kiinanmyllykatu 10, 20520 Turku). Paikalla on opiskelijoiden lisäksi ohjaava fysioterapian lehtori Annukka Myllymäki. Aikaa tutkimukselle on varattu n. 3h/tutkittava. Koko tutkimus suoritetaan yhdellä tapaamiskerralla. Rakennus on esteetön. Kuljetus paikalle on omakustanteinen. Muuten tutkimukseen osallistuminen on ilmaista.

#### Yhteystiedot

Lisäkysymyksiä voi lähettää:



**TERVETULO!**



Ystävällisin terveisin: fysioterapeuttiopiskelijat Annica Laine, Elias Ekström ja Tino Virtanen

## Liite 5: Liikuntalaboratorion henkilötietolomake

### HENKILÖTIETO- ja LUPALOMAKE

Nimi:

---

Henkilötunnus (laskutusta varten):

---

Osoite, postinumero ja paikka:

---

Puhelin:

---

Sähköposti:

---

Mainittavaa terveydentilasta:

**Annan luvan liikkumiseni ja toimintani videointiin.**

**Annan luvan videon käyttöön anonymisti opetustarkoituksessa Turun ammattikorkeakoulun fysioterapeutti-koulutuksessa.**

**Olen tietoinen, että osallistun fysioterapeuttiopiskelijoiden tuottamaan toimintaan omalla vastuullani.**

**Olen tietoinen THL:n asettamista ohjeista ja rajoituksista koskien Covid-19 pandemia tilannetta**

**Osallistun opetuksen yhtedessä suoritettavaan toimintaan omalla vastuullani ja arvioin sen mahdollisesti aiheuttaman terveysriskin suhteessa omaan terveydentilaani ja henkilökohtaiseen tilanteeseeni**

**Vastaan siitä, etten omalla toiminnallani saata toimintaympäristössä muita henkilöitä tartunnan vaaraan**

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

Allekirjoitus: \_\_\_\_\_

## Liite 6: Tutkimuksen suostumuslomake

### Pikkuaivoataksiaa sairastavan henkilön kävelyanalyysi

#### Suostumuslomake opinnäytetyöhön osallistumisesta

Olen ilmoittautunut vapaaehtoiseksi mukaan tutkimukseen, joka suoritetaan osana Turun ammatti-  
korkeakoulun opiskelijoiden opinnäytetyötä. Opinnäytetyön tarkoituksena on arvioida pikkuaivoatak-  
siaa sairastavan henkilön kävelyn spatiotemporaalisia muuttujia ennen ja jälkeen Zebris Rehawalk -  
kävelymaton avulla toteutetun kävelyharjoittelun.

Zebris Rehawalk -kävelymatto on tarkoitettu kuntoutuksen tueksi arvioimaan kävelyn ongelmia ja hoi-  
tamaan erilaisia kävelyyn liittyviä häiriöitä harjoittelun avulla. Harjoitteluosuudessa kävellään kävely-  
matolla ja reagoidaan edessään ruudulla näkyviin esteisiin, kuten polulle kaatuneisiin puunrunkoihin.  
Kävelymatolla on mahdollista kävellä kävelykepin kanssa. Tarvittaessa harjoittelun aikana on mah-  
dollista tukeutua kävelymaton kummallakin puolella oleviin tukikaiteisiin. Ylläni on turvavaljaat kaatu-  
misten estämiseksi. Käytännössä levyllä kävely ei poikkea normaalista tasamaalla kävelystä lain-  
kaan. Tutkimus on täysin turvallinen.

Osallistun tutkimukseen yhtenä päivänä. Tutkimuskerta koostuu neljästä osuudesta: haastattelusta,  
alkumittauksesta, interventtiosta sekä loppumittauksesta. Tutkimuksen aikana on mahdollista pitää  
lepotaukoja. Tutkimuskerran kesto on kokonaisuudessaan n.2-3 tuntia. Minulle on kerrottu, että voin  
tarvittaessa keskeyttää tutkimuksen missä vaiheessa tahansa, eikä siitä aiheudu seuraamuksia.

Tutkimus toteutetaan Turun Liikuntalaboratorion (LiiLab) tiloissa Tyksin Medisiina D - rakennuksessa  
(Kiinanmyllynkatu 10, 20520 Turku). Paikalla on opiskelijoiden lisäksi ohjaava fysioterapeutti. Kuljetus  
paikalle on omakustanteinen. Tutkimukseen osallistuminen on ilmaista. Tutkimukseen osallistumi-  
sesta ei makseta korvausta.

Päivämäärä ja paikka

---

Tutkittavan allekirjoitus ja nimenselvennys

---

Suostumuksen vastaanottajan allekirjoitus ja nimenselvennys

---

Suostumuksia on allekirjoitettu kaksi kappaletta, joista toinen on luovutettu tutkittavalle ja toinen säi-  
lytetään liikuntalaboratorion lukitussa kaapissa tutkimuksen ajan, jonka jälkeen se hävitetään.