



Karelia-ammattikorkeakoulu  
Fysioterapeutti (AMK)

# Kävelyn parametrien vertailu 10 metrin ja 400 metrin kävelymatkojen välillä yli 65-vuotiailla

Markus Muikku, Venla Viinijoki

Opinnäytetyö, maaliskuu 2023

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Maaliskuu 2023**  
**Fysioterapiakoulutus**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600

**Tekijät**

Markus Muikku, Venla Viinijoki

**Nimeke**

Kävelyn parametrien vertailu 10 metrin ja 400 metrin kävelymatkojen välillä yli 65-vuotiailla

**Toimeksiantaja**

TARMO – oppimis- ja palveluympäristö

**Tiivistelmä**

Kävely on ihmisen yleisin liikkumisen muoto. Vuodessa ihminen ottaa 2–5 miljoonaa askelta, mikä tekee kävelystä yhden merkittävimmistä kuormitustekijöistä tuki- ja liikuntaelimestölle. Kävely on yksilöllistä, ja siihen vaikuttavat useat eri tekijät. Kävelyä voidaan tutkia havainnoimalla sekä erilaisten testien avulla. Opinnäytetyössä käytettiin kahta kävelyn tutkimiseen kehitettyä mittaria. Toinen oli fysioterapiassa usein käytetty 10 metrin kävelytesti, joka on helppo toteuttaa ja se on useimmille sopiva. Toinen testeistä, 400 metrin kävelymatka, kehitettiin selvittämään ikääntyneiden liikkumisen rajoituksia.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ihmisen kävelyssä tapahtuvia muutoksia näiden kahden ennalta määritetyn kävelymatkan välillä. Opinnäytetyössä hyödynnettiin MoveSole-älypohjallisia. Tavoitteena oli tuottaa tietoa kävelyn tutkimiseen sekä mittaamiseen fysioterapiassa. Tutkimusmenetelmänä oli määrällinen tutkimus. Toteutukseen osallistui seitsemän yli 65-vuotiasta testihenkilöä, jotka ovat liikunnallisesti aktiivisia.

Tuloksista ilmeni, että kävelynopeus ja askeltiheys olivat 400 metrin kävelymatkassa suurempia kuin 10 metrin matkassa. Kävelynopeus kasvoi osallistujien välillä keskimäärin 28 %. Painon jakautumisessa alaraajojen välillä ei ollut suuria eroja, mutta kokonaiskuormitus oli suurempaa 400 metrin kävelymatkassa kuin 10 metrin matkassa. Opinnäytetyöstä saatuja tuloksia voivat hyödyntää fysioterapeutit ja fysioterapeuttiopiskelijat kävelyn tutkimisessa. Tutkimusta voisi kehittää jatkossa keskittymällä eri ikäryhmiin tai yksittäiseen tuki- ja liikuntaelimestön sairauteen. Lisäksi voisi tutkia, mikä aiheuttaa kävelynopeuden kasvamisen kävelymatkan pidentyessä.

Kieli  
suomi

Sivuja 37  
Liitteet 3  
Liitesivumäärä 3

**Asiasanat**

fysioterapia, ikääntyneet, kvantitatiivinen tutkimus, kävely



**THESIS**  
**March 2023**  
**Degree Programme in Physiotherapy**

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

**Authors**

Markus Muikku, Venla Viinijoki

**Title**

Comparison of Gait Parameters Between 10-Metre and 400-Metre Walking Tests in Over 65-Year-Olds

**Commissioned by**

TARMO – Service and Learning Environment

**Abstract**

Walking is the most common form of movement in humans. One takes 2-5 million steps per year which makes walking one of the most significant stress factors on the musculoskeletal system. The human gait is individual and affected by various factors. It can be studied by different tests and observation. There are two different walking tests used in this thesis. The first one, a 10-metre walking test is more commonly used in physiotherapy, since it is easy to implement and suitable for most people. The second one is the 400-metre walking test created to explore mobility limitations in older people.

The purpose of the thesis was to examine changes in gait between these two distances. MoveSole-insoles were used to measure different parameters. The aim of this quantitative study was to produce information for examining and measuring gait in physiotherapy. Seven subjects, physically active and over 65 years of age, participated in the study.

Both the walking speed and cadence were higher in the 400-metre walk than in the 10-metre walk. Walking speed increased on average by 28% between the participants. There were minor differences in weight distribution. Furthermore, overall load was higher in the 400-metre walk than in the 10-metre walk. The results of this study can be used by physiotherapists and physiotherapy students in analysing the gait. As to further development ideas, a similar study could be conducted by focusing on different age groups, a single musculoskeletal condition or by exploring what causes the increase in walking speed.

**Language**

Finnish

Pages 37

Appendices 3

Pages of Appendices 3

**Keywords**

physiotherapy, older people, quantitative study, gait

## Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Kävelyn analyysi .....	6
3	Kävelysykli ja sen eri vaiheet .....	6
3.1	Tukivaihe .....	7
3.2	Heilahdusvaihe .....	8
3.3	Kineettinen ketju .....	9
4	Kävelyn parametrit .....	10
4.1	Kävelynopeus .....	10
4.2	Askeltiheys .....	11
4.3	Plantaarinen paine ja reaktiovoima .....	12
5	Kävelyyn vaikuttavat tekijät .....	13
5.1	Ikääntymisen vaikutukset kävelyyn .....	14
6	Opinnäytetyössä käytetyt kävelymatkat .....	15
7	Opinnäytetyön mittausvälineet .....	16
7.1	MoveSole-älypohjalliset .....	17
8	Opinnäytetyön tavoite, tarkoitus ja toimeksiantaja .....	18
9	Opinnäytetyöprosessi .....	19
10	Tutkimuksen toteuttaminen .....	20
10.1	Toteutus .....	21
11	Tulokset .....	22
11.1	Kävelynopeus .....	23
11.2	Askeltiheys .....	24
11.3	Painon jakautuminen .....	25
12	Pohdinta .....	29
12.1	Eettisyys .....	31
12.2	Luotettavuus .....	32
12.3	Ammatillinen kasvu .....	33
12.4	Jatkokehitysideat .....	34
	Lähteet .....	35

### Liitteet

Liite 1	Infokirje
Liite 2	Esitietolomake
Liite 3	Tutkimuslupa

## 1 Johdanto

Kävelyä on tutkittu liikuntamuotona ja sillä on todettu olevan kokonaisvaltaisia terveysvaikutuksia. Kävely kohottaa kestävyyskuntoa, parantaa mielialaa, vahvistaa alaraajojen lihaksia sekä laskee verenpainetta. Se on useimmille ihmisille sopiva ja turvallinen tapa lisätä päivittäistä liikuntaa. (UKK-instituutti 2020.) Kävely on ihmisen yleisin liikkumisen muoto, mikä vaatii onnistuakseen koordinaatiota, tasapainoa, lihasten oikeaa aktivoitumisjärjestystä ja kehon mukautumiskykyä ympäristöön (Terveyskylä 2020). Ihmisen kävely on hermoston, tuki- ja liikuntaelimestön sekä sydän- ja verenkiertoelimestön yhteistyötä. Kävely on yksilöllistä ja siihen vaikuttavat esimerkiksi ikä, persoonallisuus, opittu tapa, sen hetkinen mieliala sekä sosiokulttuuriset tekijät. (Pirker & Katzenschlager 2016.) Ihminen ottaa vuorokaudessa noin 5000–15 000 askelta. Vuodessa tämä on jo 2–5 miljoonaa askelta, mikä kuormittaa merkittävästi tuki- ja liikuntaelimestöä yksipuolisesti ja toistuvasti. Ikääntymisen myötä on todettu, että askelten määrä vuorokaudessa vähenee noin 25–30 %. (Kauranen 2019, 329–330.)

Fysioterapiassa ihmisen kävelyä tutkitaan useiden eri menetelmien avulla. Yksi yleisin kävelyn mittaamiseen käytetty testi on 10 metrin kävelytesti. Tällä 10 metrin kävelytestillä mitataan kävelynopeutta erityisesti ikääntyneillä ja neurologisilla potilailla. Lisäksi se on helppokäyttöinen mittari myös muille potilasryhmille. Suomessa 400 metrin kävelymatka ei ole virallinen testi, mutta sitä käytetään kansainvälisesti. Se kehitettiin selvittämään ikääntyneiden liikkumisrajoituksia. Opinnäytetyössä vertaamme 10 metrin matkaa vähemmän käytettyyn 400 metrin kävelymatkaan. Kävelyn aikana testihenkilöiltä mitataan MoveSole-älypohjallisilla kolmea eri kävelyn parametriä, joita ovat kävelynopeus, askeltiheys, sekä painon jakautuminen jalan alla. Kohderyhmänä ovat yli 65-vuotiaat henkilöt. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, esiintyykö tutkittavissa kävelyn parametreissa muutoksia kyseisten kävelymatkojen välillä hyödyntämällä MoveSole-älypohjallisia. Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa tietoa kävelyn tutkimiseen ja mittaamiseen fysioterapiassa.

## 2 Kävelyn analyysi

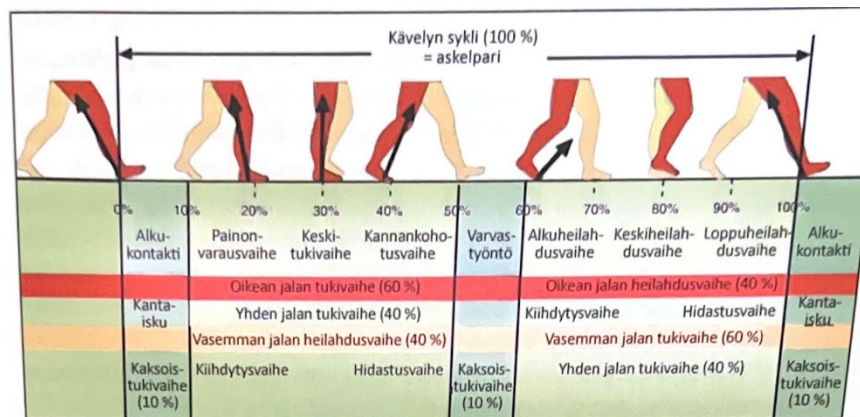
Kävelyn tutkiminen voi olla kvalitatiivista eli havainnointia omilla aisteilla tai kvantitatiivista eli tutkimista kävelyn suunnitelluilla erilaisilla analysointilaitteilla. Yleisimpiä perusteita kävelyanalyysin tekemiseen fysioterapiassa on esimerkiksi poikkeavuuksien löytäminen normaalikävelyssä, apuvälinetarpeen määrittely, diagnoosin varmentaminen sekä motivointi kuntoutukseen. (Kauranen & Nurkka 2022, 619.) Luotettavan kävelyanalyysin tekeminen on merkittävässä roolissa erilaisten neurologisten sairauksien sekä tuki- ja liikuntaelimestön sairauksien hoidossa (Chatzaki ym. 2021).

On tutkittu, että ihminen muuttaa usein käytöstään joutuessaan ulkopuolisen seurannan kohteeksi, mikä tulee esille myös kävelyanalyysiä tehtäessä. Tällöin ihminen kontrolloi kävelyään usein normaalista parempaan. Käytöksen muuttuminen voi näkyä hetkellisenä ryhdin paranemisella, kävelynopeuden kasvulla tai joidenkin vammojen, kuten ontumisen häviämisenä. Kävelyanalyysin tarkoitus on saada tietoa ihmisen normaalista kävelytavasta. Testattavalle tulee painottaa normaalin kävelyn tärkeyttä analysointitilanteessa mahdollisimman luotettavan tuloksen takaamiseksi. (Kauranen & Nurkka 2022, 632.)

## 3 Kävelysykli ja sen eri vaiheet

Kävelysyklillä tarkoitetaan sitä aikaa, jolloin kävelyn kaksi identtistä vaihetta tapahtuvat. Useimmissa tutkimuksissa sykli lasketaan siitä hetkestä, kun toinen jalka osuu maahan, siihen hetkeen, kun sama jalka osuu maahan uudestaan. (Bonney-Mazure & Armand 2015.) Kävelysykli jaetaan kahteen osaan, joita ovat tuki- ja heilahdusvaihe. Tukivaiheen osuus kävelysyklistä on 60 % ja heilahdusvaiheen 40 %. Kävelyssä esiintyy myös näiden ohella kaksoistukivaihe, jossa molemmat jalat ovat samaan aikaan kontaktissa alustaan, vaiheen osuus on 20 %. (Kauranen & Nurkka 2022, 624.) Tarkempaa

tarkastelua varten kävelysykli voidaan jakaa seitsemään eri vaiheeseen (kuva 1). Bonnefoy-Mazure & Armand (2015) jakavat kävelysyklin seitsemän sijasta kahdeksaan vaiheeseen. Seitsemään vaiheeseen jako on kuitenkin yleisempi.



Kuva 1. Kävelysyklin eri vaiheet ja niiden osuudet syklistä (Kauranen & Nurkka 2022, 625).

Kävelyn vaiheista neljä kuuluvat tukivaiheeseen, jotka ovat kantaisku-, keskituki-, kannankohotus- ja varvastyöntövaihe. Loput kolme vaihetta kuuluvat heilahdusvaiheeseen, joita ovat alku-, keski- ja loppuheilahdusvaihe. (Kauranen & Nurkka 2022, 624.) Tukivaiheen aikana jalkaterä on yhteydessä alustaan ja heilahdusvaihe alkaa varpaiden irrottaessa alustasta ja päättyy, kunnes alaraaja osuu seuraavan kerran alustaan (Väyrynen 2017a, 183).

### 3.1 Tukivaihe

Tukivaihe alkaa **kantaiskuvaiheesta** (initial contact), joka on 0–5 % koko askelsykliin kuluva ajasta. Jos kävelystä puuttuu kantaiskuvaihe, niin tästä käytetään nimeä alkukontaktivaihe. Kantaiskuvaihe aloittaa varaamisen alaraajalle, josta syntyy reaktivoima alaraajan ja alustan välille.

Kantaiskuvaiheen aloittavan jalan lonkkanivelessä on noin 30° koukistus, polvinivel on lähes suorana ja nilkkanivel on neutraalissa noin 90° kulmassa.

Kantaiskuvaiheesta seuraa **keskitukivaihe** (mid-stance), joka on kokonaissyklistä noin 20 % ja tämä on osa kaksoistukivaihetta.

Keskitukivaiheen aikana koko jalkaterä osuu alustaan ja suurin osa kehon painosta varautuu alaraajalle. Tällöin lonkkanivelessä on noin 35° kulma ja

alkaa ojennusvaihe. Polvinivel koukistuu 20 %:een, jolloin se vaimentaa kantauskun aiheuttamaa iskuja. Nilkkanivelessä tapahtuu ojennusta ja jalkaterä osuu alustalle. (Kauranen & Nurkka 2022, 625–626.)

Keskitukivaiheesta seuraa tukivaiheen kolmas vaihe, joka on **kannankohotusvaihe** (terminal stance). Kannankohotusvaihe on syklin kestosta 20 % ja se alkaa kantapään irrotessa alustasta.

Kannankohotusvaiheen aikana jalkaterä alkaa nousta alustasta ja vartalon paino alkaa siirtyä toiselle alaraajalle. Lonkkanivel jatkaa ojentumista ja polvinivelen ojennus on voimakkaimmillaan. Nilkkanivelestä tulee voimakasta ojennusta. Kannankohotusvaiheesta siirrytään **varvastyöntövaiheeseen** (pre-swing), joka on tukivaiheen viimeinen vaihe ja samalla lopettaa kaksoistukivaiheen. Tämä vaihe kestää 10 % kävelyn syklistä.

Varvastyöntövaiheen aikana jalkaterä, päkiä ja varpaat irtoavat alustasta ja kehon paino siirtyy toiselle alaraajalle. Varpaiden irrotessa alustasta lonkkanivelen ojennus päättyy ja alkaa koukistua. Polvinivelessä tapahtuu varpaiden irrotessa noin puolet heilahdusvaiheen aikana tapahtuvasta koukistuksesta. Nilkkanivel saavuttaa 25° ojennuksen ja koukistus alkaa heti varpaiden irrotessa alustasta. Varpaiden irrotessa alustasta tukivaihe loppuu ja alkaa heilahdusvaihe. (Kauranen & Nurkka 2022, 626.)

### 3.2 Heilahdusvaihe

Heilahdusvaihe alkaa **alkuheilahdusvaiheesta** (initial swing), jonka kesto kävelyn syklistä on 15 %. Tämä vaihe alkaa, kun varpaat irtoavat alustasta ja päättyy, kunnes heilahtavan jalan varpaat saavuttavat tukijalan kantapään. Lonkka-, polvi- ja nilkkanivel ovat koukistuneena alkuheilahdusvaiheen aikana, mikä mahdollistaa jalan eteenpäin heilautuksen ilman jalkaterän osumista alustaan. Vaiheen jälkeen seuraa **keskiheilahdusvaihe** (mid-swing), joka kestää noin 13 % kävelyn syklistä. Lonkka- ja polvinivel ovat koukistuneet 30° ja nilkkanivel on 90°. Keskiheilahdusvaiheen aikana vartalon painopiste alkaa

siirtyä eteenpäin heilahtavan alaraajan puolelle. Vaihe loppuu, kunnes heilahtavan alaraajan sääri on pystysuorassa. Tästä alkaa **loppuheilahdusvaihe** (terminal swing), joka on kävelyn syklistä 13 %. Lonkkanivelessä on 30° koukistus ja polvinivel on ojentunut lähes suoraksi. Loppuheilahdusvaihe päättyy heilahtavan alaraajan kantaiskuun ja alkaa uusi kävelyn sykli. (Kauranen & Nurkka 2022, 627.)

### 3.3 Kineettinen ketju

Liikkuminen, kuten kävely tapahtuu liikeketjuna, josta käytetään käsitettä kineettinen ketju. Kineettisellä ketjulla tarkoitetaan kehon nivelien yhteyttä toisiinsa, jolloin yhden nivelen liike vaikuttaa toisen nivelen liikkeeseen. On tekijöitä, jotka voivat muuttaa kineettisen ketjun toimintaa. Niitä ovat alaraajojen lihasten epätasapaino ja linjauspoikkeamat sekä lantion asento ja sen liikkuvuus. (Saarikoski 2016.)

Väyrynen (2017b, 146–147) määrittelee kineettisen ketjun sarjaksi nivelten liikkeitä. Kineettinen ketju alkaa alemmasta nilkkanivelestä ja päättyy leukaniveeliin saakka. Kineettisen ketjun poikkeama voi aiheuttaa kehossa muuttuneen liikemallin, jonka on todettu altistavan erilaisten vaivojen ja vammojen syntymiselle. Kineettinen ketju voidaan jakaa avoimeen ja suljettuun kineettiseen ketjuun. Avoin kineettinen ketju tarkoittaa, sitä kun alaraaja ei ole alustalla eikä kuormitettuna. Liikettä voi kuitenkin tapahtua yhdessä tai useammassa nivelessä. Kävelyssä avoin kineettinen ketju esiintyy heilahdusvaiheessa. Suljetussa kineettisessä ketjussa jalkaterä osuu alustaan ja alaraaja on kuormitettuna. Kävelyssä suljettu kineettinen ketju tulee esille keskituki- ja päätöstukivaiheessa.

## 4 Kävelyn parametrit

Parametrillä tarkoitetaan vakiota, mikä voi saada eri arvoja (Termipankki 2022). Se voi myös olla jakauman tunnusluku, kuten keskiarvo tai hajonta (Tilastokeskus 2019). Yleisin kävelystä tutkittava parametri on kävelynopeus, sillä se vaikuttaa lähes kaikkiin muihin parametreihin. Seuraavaksi yleisimmät analysoitavat parametrit ovat askeltiheys ja askelparinpituus. Kävelystä voidaan analysoida myös askelpituus ja -leveys, nivelten eri asennot, alaraajojen puolieroja, askeleeseen ja askelsykliin käytetty aika sekä tuki- ja heilahdusvaiheen kesto. (Kauranen 2019, 341.)

Tässä opinnäytetyössä tutkittavat parametrit ovat kävelynopeus, askeltiheys ja painon jakautuminen jalkapohjan alla. Näistä parametreista askeltiheys sekä painon jakautuminen saadaan MoveSole-älypohjallisilla. Kävelynopeus ( $X$ ) lasketaan kaavalla  $X=m/s$ , jossa  $m$  on kävelty matka ja  $s$  on siihen kulutettu aika.

### 4.1 Kävelynopeus

Kävelynopeuden on todettu vaikuttavan merkittävästi terveyteen. Alentunut kävelynopeus voi iäkkäillä ihmisillä ennustaa kuolleisuutta, kognitiivista heikkenemistä ja yleistä heikkoutta. Sukupuolten välisissä tutkimuksissa on todettu, että miehet kävelevät nopeammin kuin naiset. Tämän on katsottu johtuvan pidemmästä askelpituudesta. (Kasovisc, Stefan & Stefan 2021.)

Ympäristöllä on suuri vaikutus ihmisen kävelynopeuteen. Kävelynopeuteen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi kävelymatkan pituus, tilan koko, alusta sekä jalkineet. On tutkittu, että ihminen kävelee ulkona nopeammin kuin sisällä. Kävelynopeutta voidaan kasvattaa lisäämällä askeltiheyttä, askelparin pituutta tai molempia näistä. Kävelynopeuden kasvaessa tukivaiheen ja

kaksoistukivaiheen kesto lyhenevät ja kaksoistukivaiheen hävitessä kävely muuttuu juoksuksi. Ihmisen kävelynopeus säilyy samankaltaisena noin 70-vuotiaaksi, kunnes se alkaa laskea noin 15 % vuosikymmenessä.

Maksimaalisen kävelynopeuden on todettu pienenevän jo aikaisemmin.

Kävelynopeuden pienenemisen on katsottu johtuvan pääsääntöisesti askelparin lyhenemisestä. (Avela, Perttunen & Järvinen 2012, 47.) Kävelynopeuden on myös tutkittu vaihtelevan päivän sisällä. On todettu, että kävelynopeus on aamulla nopeampaa ja iltapäivästä, sekä illasta hitaampaa. (Kawai ym. 2021.)

Kävelynopeuteen on olemassa viitearvot, jossa on otettu huomioon ikä ja sukupuoli. Kävelynopeus 65–80-vuotiailla naisilla on noin 0.80–1.52 m/s ja miehillä 0.81–1.61 m/s. (Levine, Richards & Whittle 2023, 20.) Hollman, McDade ja Petersen (2011) tutkimuksessa tutkittiin ikääntyneiden kävelyn parametrejä, kuten kävelynopeutta (taulukko 1).

Ikä	70–74-vuotiaat	75–79-vuotiaat	80–84-vuotiaat
Miehet	1,17 m/s	1,12 m/s	1,12 m/s
Naiset	1,16 m/s	1,12 m/s	1,01 m/s

Taulukko 1. Taulukossa esitetty ikääntyneiden kävelynopeuden tulokset (mukaillen Hollman ym. 2011).

## 4.2 Askeltiheys

Askeltiheydellä tarkoitetaan sitä, kuinka monta askelta ihminen ottaa tietyssä ajassa. Askeltiheyden viitearvo on 65–80-vuotiailla naisilla on 96–136 askelta minuutissa ja miehillä on 81–125 askelta minuutissa (Levine ym. 2023, 20). Hollman ym. (2011) tutkimuksen mukaan kävelynopeuden lisäksi askeltiheys pienenee iän myötä (taulukko 2).

Ikä	70–74-vuotiaat	75–79-vuotiaat	80–84-vuotiaat
Miehet	102 askelta/min	106 askelta/min	103 askelta/min
Naiset	113 askelta/min	114 askelta/min	110 askelta/min

Taulukko 2. Taulukossa esitetty askeltiheyden tulokset (mukaillen Hollman ym. 2011).

Myös Mo'men, El Sayyad, Abdel Raouf & Lasheen (2021) ovat osoittaneet, että kävelynopeus ja askeltiheys laskevat ikääntyessä. Heidän tutkimuksensa mukaan miehillä oli suurempi kävelynopeus ja askeltiheys kuin naisilla.

### 4.3 Plantaarinen paine ja reaktivoima

Plantaarisella paineella tarkoitetaan painetta, joka syntyy ihmisen jalkapohjan ja alustan väliin. Paineen jakautumisen tutkiminen on tärkeää muun muassa alaraajojen ongelmien diagnosoinnissa, jalkineiden valinnassa ja suunnittelussa, urheilun biomekaniikan optimoinnissa sekä vammojen ennaltaehkäisyssä. (Razak ym. 2012.) Sukupuolen on todettu vaikuttavan jalkapohjan paineen jakautumiseen kävelyn aikana. Miehillä ikäryhmässä 70–79-vuotiailla on havaittu, että suurin osa jalkapohjan paineesta syntyy sen lateraalireunalla ja keskipohjan alueella. Vastaavassa ikäryhmässä naisilla suurempi osa paineesta syntyy jalkapohjan mediaalireunalla ensimmäisen jalkapöytäluun kohdalla. (Gimunova, Zvonar & Mikeska 2018.)

Reaktivoimalla eli ground reaction force (GRF) tarkoitetaan alustan tuottamaa voimaa kohti ihmistä. Newtonin III lain mukaan kappale, joka vaikuttaa toiseen kappaleeseen voimalla  $F$ , vaikuttaa toinen kappale ensimmäiseen kappaleeseen yhtä suurella, mutta vastakkaisella voimalla  $-F$ . Kun kävellessä paino putoaa vastaanottavan jalan varaan, kohdistuu jalasta alustaan voima  $F$  ja alustasta jalkaan yhtä suuri, mutta vastakkaisuuntainen voima  $-F$ . Näitä voimia voidaan mitata maahan asetetulla voimalevyllä. Voimalevy tuottaa voimavektorit pysty-, sivuttais- ja pituussuunnassa. Pystysuuntaiset voimat ovat kävelyn analysoinnin kannalta tärkeimmät, sillä ne kohdistavat kehoon

suurimmat voimat ja aiheuttavat suurimman rasituksen. (Perry & Burnfield 2010, 458.)

Kävelyn tukivaiheen aikana sagittaalitasossa mitatussa reaktiovoimassa esiintyy kaksi voimapiikkiä, joiden välissä esiintyy voimissa pieni notkahdus. Ensimmäinen piikki on noin 110 % kehon painosta ja se tapahtuu keskitukivaiheen aikana. Sen jälkeen jalkaan kohdistuu voima, joka on noin 80 % kehon painosta. Toinen piikki muodostuu varvastyöntövaiheessa, jolloin jalkaan kohdistuva voima on noin 110 % kehon painosta. Lisäksi kantauskun aikana jalkaan kohdistuva voima voi olla 50–125 % kehon painosta. Pystysuorat voimat muuttuvat kävelynopeuden muuttuessa. Hitaampi kävelynopeus tai alaraajan liikettä haittaavat patologiset tekijät pienentävät voimapiikkejä, sekä pienentävät niiden välissä esiintyvää notkahdusta. Kävelynopeuden kasvaessa suuret piikit kasvavat ja niiden välissä oleva notko madaltuu. (Perry & Burnfield 2010, 459–460.) Opinnäytetyössä käytetyt Movesole älypohjalliset ilmoittavat jalkaan kohdistuvat voimat Newtonina. Newton on voiman SI-yksikkö.

## 5 Kävelyyn vaikuttavat tekijät

Kävely on yksilöllinen liikemalli, johon vaikuttavat henkilön hermostollisten tekijöiden lisäksi rakenteelliset tekijät sekä opittu tapa. Normaalissa kävelyssä liikkeet ovat suoraviivaisia, jossa vartalo ja pää on suorassa, sekä myötäliikkeet tallella. Kävelyn muodostaa jatkuva, toistuvien askelsykliden sarja. (Kaakkola 2018.) Normaalissa kävelyssä on tärkeää, että lihakset ja nivelet toimivat vaadittavalla tavalla. Normaalissa kävelyssä nilkkanivelestä tulisi olla liikettä noin 35°, polvinivelestä noin 60° sekä lonkkanivelestä noin 40° liikettä sagittaalitasossa. Mahdolliset liikerajoitukset nivelissä voivat muuttaa opittua kävelyn biomekaniikkaa aiheuttaen rasitusvammoja. (Bonney-Mazure & Armand 2015.)

Epänormaalista kävelystä puhutaan, kun henkilöllä on vaikeuksia kävellä normaalisti määritellyllä tavalla. Tähän on olemassa useita eri syitä, kuten

erilaiset vammat, murtumat, hermostoon vaikuttavat sairaudet sekä ikääntymiseen liittyvät sairaudet. (Fletcher 2017.) Tasapainon säilymisellä kävelyn aikana on suuri merkitys, sillä koko kehon kuormitus on keskitukivaiheessa vain yhden raajan varassa. Yhdellä jalalla seisominen pienentää tukipinta-alaa yli puolella. (Väyrynen 2017c, 181.)

## 5.1 Ikääntymisen vaikutukset kävelyyn

lääkkäällä henkilöllä tarkoitetaan “henkilöä, jonka fyysinen, kognitiivinen, psyykinen tai sosiaalinen toimintakyky on heikentynyt korkean iän myötä alkaneiden, lisääntyneiden tai pahentuneiden sairauksien tai vammojen vuoksi taikka korkeaan ikään liittyvän rappeutumisen johdosta.” (Vanhuspalvelulaki 2012/980 § 3). Ikääntyneellä väestöllä tarkoitetaan Suomen lainsäädännössä henkilöä, joka on yli 65-vuotias eli vanhuuseläkkeen oikeuttavassa iässä (Terveyskylä 2019).

Ikääntyminen vaikuttaa kävelyyn, sillä iän myötä kävelynopeus hidastuu, pystyasento muuttuu kumarammaksi, tasapaino heikkenee ja kävely on kokonaisuudessaan varovaisempaa. Yli 65-vuotiailla kävelynopeus on selvästi yhteydessä elinikään. Kävelyn hidastuminen voi olla merkki alkavasta muistisairaudesta. (Kaakkola 2018.) Saarikosken (2016) mukaan ikääntyessä nivelten liikelaajuus pienenee ja lihasten jäykkyys suurenee. Nämä liikerajoitukset ovat yhteydessä liikkumis- ja tasapainovaikeuksiin. Kun tasapaino heikkenee ja reaktiokyky hidastuu, niistä voi seurata erilaisia terveysriskejä, kuten tuki- ja liikuntaelimistön kiputiloja. Suurin osa ikäihmisten kaatumisista arvioidaan johtuvan tasapaino-ongelmista sekä alentuneesta alaraajojen lihasvoimasta. Nämä ovat keskeisiä liikkumiskyvyn rajoituksia, jotka usein johtavat liikkumisen pelkoon sekä liikkumattomuuteen.

Ikääntyneiden ihmisten kävelyn muutoksiin vaikuttaa kaksi tekijää, joita ovat iän vaikutus sekä patologiset tekijät. Ikään liittyvät kävelymuutokset alkavat tyypillisesti 60–70 vuoden iässä, jolloin esimerkiksi askelpituus lyhenee sekä kävelysykliin kuluva aika pidentyy. Ikääntymisen tuomat muutokset nivelten

liikelaajuuksiin näkyvät lonkan ojennuksen ja koukistuksen heikkenemisenä, polven ojennuksen vähenemisenä heilahdusvaiheen aikana sekä nilkan ojennuksen pieneneminen päätöstukivaiheessa. (Levine 2023, 44–45.)

## 6 Opinnäytetyössä käytetyt kävelymatkat

Opinnäytetyön toteutusvaiheeseen valituista kävelymatkoista toinen on 10 metrin kävelymatka. Kyseistä matkaa käytetään fysioterapiassa yhtenä kävelyn tutkimisen työkaluna. Sitä käytetään virallisena kävelytestinä sekä yhtenä suorituskyvyn mittareista. Se on osoitettu luotettavaksi mittariksi eri kohderyhmillä, kuten terveillä aikuisilla, Parkinsonin tautia sairastavilla, lonkkamurtuneilla, selkäydinvammaisilla sekä lapsilla, joilla on hermolihassairaus. (Physiopedia 2022.) Usein 10 metrin kävelytestillä mitataan ihmisen lyhyen matkan kävelykykyä. Testi on helppo toteuttaa, sillä se vaatii vain 14 metrin avoimen tilan. Toteutus tapahtuu lentävällä lähdöllä, sillä muuten kiihdyttäminen sekä hidastaminen vaikuttaisivat saatuihin tuloksiin. On todettu, että mittauksen toistettavuus on hyvä myös silloin, kun eri mittaaja on tehnyt mittauksen. (Paltamaa 2019.) 10 metrin kävelytestissä on viitearvot kävelynopeudelle ja askeltiheydelle. Miehillä 65–80-vuotiailla kävelynopeus on 0.81–1.61 m/s ja askeltiheys 81–125 askelta minuutissa. Saman ikäryhmän naisilla kävelynopeus on 0.80–1.52 m/s ja askeltiheys 96–136 askelta minuutissa. (Toimintakyvyn mittarit 2016.)

Toinen toteutusvaiheeseen valituista matkoista on 400 metrin kävelymatka. Suomessa 400 metrin kävely ei ole virallinen testi, mutta kansainvälisesti se on käytössä. Kansainvälisessä tutkimuksessa todetaan, että 400 metrin kävelyn kulutettu aika korreloituu merkittävästi tulevaisuuden liikuntarajoituksiin, sydän- ja hengityselimistöön, kävelykykyyn, kuolleisuuteen ja päivittäiseen suoriutumiskykyyn. Kävelynopeutta käytetään yhtenä yleisen terveydentilan mittarina, sillä useat sairaudet näkyvät hidastuneena kävelynopeutena. Suoritettaessa 400 metrin kävelyä, on otettava huomioon mahdolliset rajoittavat

tekijät. Siihen on usein käytössä rajallinen tila, joten se voi sisältää paljon käännöksiä. Lisäksi testattavan on pystyttävä kävelemään 400 metrin matka. Kansainvälisen tutkimuksen tuloksena 40–85-vuotiaiden kävelynopeus 400 metrin matkalla on 1.67 m/s ja askeltiheys 132 askelta minuutissa. (Stocker, Samrani, Rapp, Saunders & Salvatore 2020.)

Kävelytestin suorittamiseen on kaksi versiota. Niitä ovat 400 metrin kävelytestin suorittaminen normaalilla kävelynopeudella tai nopealla kävelyllä. Testin valinnassa tulee ottaa huomioon testattavien ikä ja toimintakyky. Normaalilla kävelynopeudella tehtyä testiä käytetään liikkumisen arviointiin iäkkäillä ihmisillä ja nopeampaa kävelyä käytetään aerobisen kunnan testaamiseen. Normaalilla kävelynopeudella tehty testi kehitettiin selvittämään, onko ihmisellä vaikeuksia kävellä 400 metriä sekä arvioimaan iäkkäiden ihmisten liikkumisrajoituksia. (Lange-Maia ym. 2015.) Opinnäytetyön toteutuksen valittiin sellaiset testihenkilöt, jotka tiesivät pystyvänsä kävelemään yli 400 metriä ja se toteutettiin normaalilla kävelynopeudella.

## **7 Opinnäytetyön mittausvälineet**

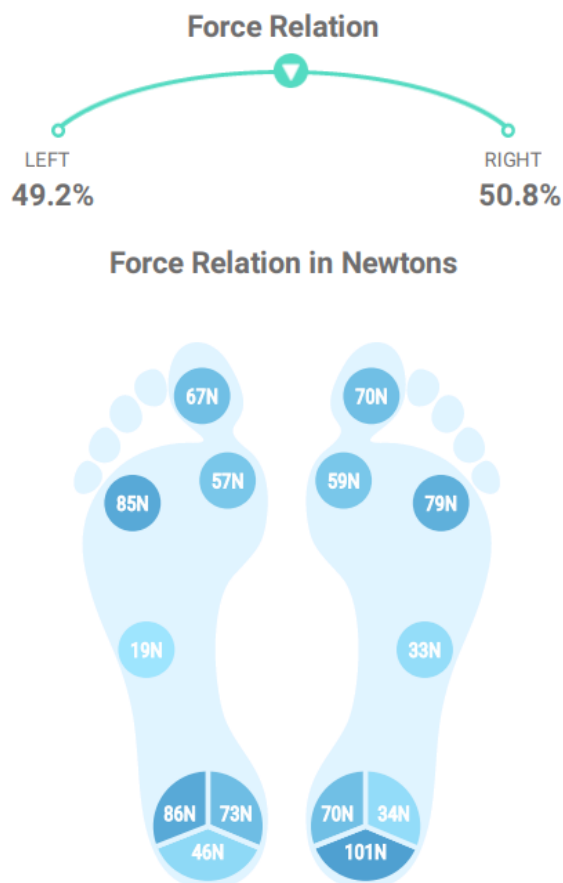
Paineen jakautumista ja reaktivoimia jalan alla tutkitaan paineenmittauslevyjen avulla. Paineenmittauslevy löytyy usein tutkimuslaboratorioista ja niitä voidaan käyttää dynaamisen sekä staattisen kuormituksen mittaamiseen. Älypohjalliset ovat luotu paineenmittauslevyn pohjalta kannettavaan malliin. Niissä on useita voimaa mittaavia sensoreita, jotka toimivat samalla periaatteella kuin paineenmittauslevyissä. Älypohjalliset mittaavat jalan ja kengät välisestä kontaktista paineen jakautumista jalkapohjan alla. Pohjalliset antavat uusia mahdollisuuksia kävelyn tutkimiseen, sillä ne voidaan viedä erilaisiin toimintaympäristöihin, kuten maastoon tai juoksuradalle. Pohjallisissa on otettava kuitenkin huomioon sensoreiden paikan muuttuminen jalan alla. Jalkapohjan kuormituksen tutkimisen luotettavuuden vuoksi on tärkeää valita

oikean kokoinen pohjallinen sekä kiinnittää pohjalliset jalkaan ohjeiden mukaisella tavalla. (Razak ym. 2012.) Jalankuormitusta mittaavia analysointi laitteita on käytössä yli 50 erilaista (Jasiewicz ym. 2019).

## **7.1 MoveSole-älypohjalliset**

MoveSole on suomalainen terveysteknologiayritys, jonka erityisosaaminen on voiman ja paineen mittaaminen jalkapohjan alla sensoritekniikan avulla erilaisissa ympäristöissä (MoveSole 2022).

MoveSole-älypohjallinen on kävelyn mittausjärjestelmä, joka mittaa seitsemän sensorin avulla jalkapohjan voiman muutosta sekä jakautumista askeleen aikana. Älypohjalliset ovat joustavat ja kevyet, jotta ne olisivat mahdollisimman huomaamattomat kävellessä. Kävelystä saatu mittausdata siirtyy langattomasti MoveSole-älypohjallisista älylaitteelle, joka muodostaa visuaalisen datan kävelyn parametreista. Mittaustulokset antavat sensorikohtaisesti dataa voiman muutoksesta jalan alla, jalkaan kohdistuvan kokonaisvoiman, sekä voiman jakautumisesta jalkapohjan alla. Mittaustuloksista saadaan myös askeltiheys, sekä kävelyyn kulutettu aika. MoveSole StepLab tukee kahden laboratoriotasoisien mittausjärjestelmän periaatteita, joita ovat voimalevy ja painematto. Älypohjallisten myötä kävelyn mittaaminen ei ole enää sidoksissa laboratorioihin, vaan se on mahdollista myös testihuoneen ulkopuolella. Tämän myötä mittaustulokset voivat olla pidempiä ja monipuolisempia. (MoveSole 2018.) MoveSole StepLabin antamasta visuaalisesta datasta on esimerkki kuvassa 2.



Kuva 2. Voiman jakautuminen jalan alla Newtonina (MoveSole StebLab 2022).

Voiman jakautuminen kävelyn aikana vasemman ja oikean jalan välillä ilmoitetaan prosentteina. Sensorikohtainen keskimääräinen voima ilmoitetaan sekä prosentteina, että Newtonina. (MoveSole StepLab 2022.)

## 8 Opinnäytetyön tavoite, tarkoitus ja toimeksiantaja

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa tietoa kävelyn tutkimiseen ja mittaamiseen fysioterapiassa. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Karelia-ammattikorkeakoulun oppimis- ja palveluympäristö TARMO. Opiskelijat pystyvät Tarmossa suorittamaan käytännön harjoittelujaksoja, jossa heidän toimintaansa ohjaavat terveydenhoitoalan ammattilaiset. Tarmoon toimintaperiaatteena on

asiakkaidensa kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin tukeminen ja terveyden edistäminen. Tarmossa on käytössä moniammatillinen tiimimalli, jossa esimerkiksi fysioterapeutti-, sairaanhoitaja-, terveydenhoitaja-, sosionomi- sekä geronomiopiskelijat työskentelevät työparina tai työryhmässä. (Karelia 2023.) Opinnäytetyön toteutukseen osallistui Tarmon kahdesta eri ryhmästä yli 65-vuotiaita naisia sekä miehiä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, esiintyykö kävelyn parametreissa muutoksia tutkittujen kävelymatkojen välillä hyödyntämällä MoveSole-älypohjallisia. Opinnäytetyön toteutuksessa käytettiin MoveSole-älypohjallisia, jotka mittaavat vertailtavia kävelyn parametrejä.

## 9 Opinnäytetyöprosessi

Opinnäytetyöprosessi alkoi loppusyksystä 2021, kun saimme aiheidean opintojaksolla. Aiheideaan ei ollut määritelty kävelymatkojen pituutta eikä kohderyhmää. Päädyimme kyseisiin matkoihin, sekä kohderyhmään prosessin edetessä. Kyseisen opintojakson opettaja antoi meille erilaisia näkökulmia opinnäytetyön aloittamiseen. Aiheesta teki mielenkiintoisen se, että kävely on yksi ihmisen tuki- ja liikuntaelimestä eniten rasittavista tekijöistä, joten sillä on suuri vaikutus ihmisen toimintakykyyn.

Tammikuussa 2022 aloitimme opinnäytetyön suunnitelman, jota työstimme kevään ajan. Lähestyimme Tarmoa huhtikuussa 2022, jolloin solmimme toimeksiantosopimuksen. Lähtökohtana oli hyödyntää Tarmon asiakaskuntaa, sekä välineistöä. Vastineeksi tuotamme opinnäytetyöllä opiskelijoiden käyttöön tietoa kävelyn tutkimisesta. Kohderyhmäksi valikoitui yli 65-vuotiaat, sillä ajattelimme iäkkäillä näkyvän kävelyn parametreissa selkeämmin muutoksia kävelymatkojen välillä, kuin nuorilla tai työikäisillä. Päädyimme aiheen rajauksessa 10 metrin kävelymatkaan, sillä se on fysioterapiassa yleisesti käytössä oleva kävelyn mittari. Valitsimme pidemmäksi matkaksi 400 metriä, sillä se on Suomessa vähemmän käytetty, mutta ulkomailla sitä käytetään

iäkkäiden kävelyn mittaamisessa. Tietoperustaa koottiin vuoden 2022 loppuun asti. Toteutus tapahtui joulukuussa Joensuu Arenalla. Toteutuksen jälkeen analysoitiin kävelymatkoista saadut tulokset, jotka lähetettiin sähköpostiin myös osallistujille. Tammi- ja helmikuussa 2023 viimeistelimme opinnäytetyön. Opinnäytetyön seminaari sijoittuu maaliskuulle 2023.

## 10 Tutkimuksen toteuttaminen

Tutkimusmenetelmänä opinnäytetyössä on määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus, joka perustuu tilasto-ohjelmilla tuotettuun numeraaliseen analyysiin. Määrällisen tutkimuksen tarkoitus on antaa yleinen kuva muuttujien välisistä suhteista ja eroista. Määrällisessä tutkimuksessa tietoa käsitellään numeroin. Se vastaa kysymyksiin, kuinka moni, kuinka paljon ja kuinka usein. Määrällisen tutkimusmenetelmän tavoitteena on ihmistä koskettavien asioiden selittäminen, kuvaaminen tai vertaaminen. (Vilka 2021, 23.)

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset:

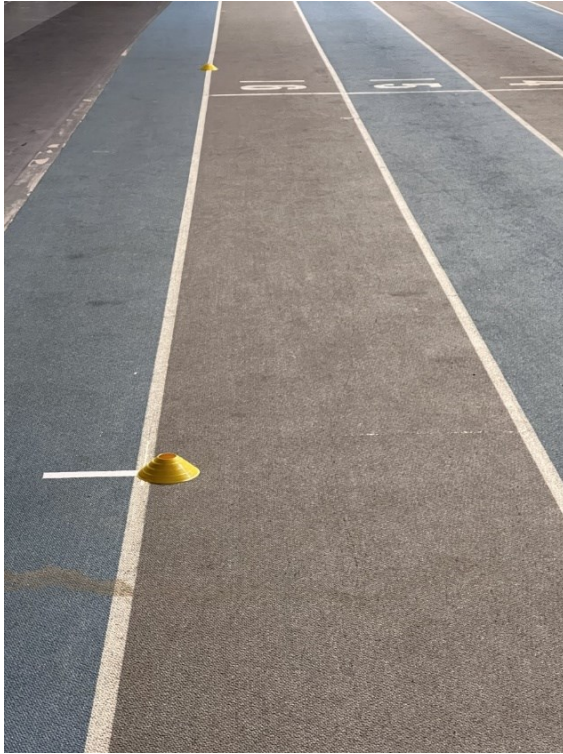
1. Vaikuttaako kävelymatkan muutos kävelynopeuteen?
2. Vaikuttaako kävelymatkan muutos askeltiheyteen?
3. Vaikuttaako kävelymatkan muutos paineen jakautumiseen jalkapohjan alla?

Määrällinen tutkimusprosessi voidaan jaotella viiteen eri vaiheeseen. Ensimmäiseen vaiheeseen kuuluu tutkimusongelman ja tutkimuskysymysten määrittäminen. Nämä antavat suuntaa sille, millaista tietoa tutkimuksesta halutaan saada. Toisessa vaiheessa on tutkimussuunnitelman laatiminen. Tämän jälkeen seuraa tiedonkeruulomakkeen tekeminen sekä aineiston keruu, jotka perustuvat tutkimusongelmaan ja -kysymykseen. Viimeiset kaksi vaihetta ovat aineiston käsittely ja johtopäätösten tekeminen. (Vilpas 2022.)

## 10.1 Toteutus

Opinnäytetyön toteutus tapahtui Joensuun Areenalla maanantaina 12.12.2022. Toteutuksen testihenkilöt saimme toimeksiantaja TARMO:n kautta. Heillä on ohjattuja ryhmiä, joissa kahdessa kävimme esittelemässä opinnäytetyötä ja sen toteutusta. Otimme kiinnostuneilta sähköpostiosoitteet ja lähetimme heille sähköpostitse infokirjeen (liite 1) opinnäytetyöhön osallistumisesta. Toteutuksessa osallistujia oli seitsemän, joista kaksi olivat naisia ja viisi miehiä. Alun perin toteutukseen ilmoittautui 11, joista neljä oli estyneitä osallistumaan henkilökohtaisista syistä. Osallistujat olivat 66–78-vuotiaita. Osallistujat jaettiin kolmeen, 2–3 henkilön ryhmään. Jokaiselle ryhmälle oli varattu tunti aikaa testin suorittamiseen. Jokaiselle osallistujalle annettiin sanallinen ohjeistus testin toteutuksesta. Lisäksi osallistujille annettiin täytettäväksi esitietolomake (liite 2) ja tutkimuslupalomake (liite 3). Osallistujilta mitattiin verenpaine ennen testiä, jotta testi olisi mahdollisimman turvallista suorittaa. Ennen kävelymatkojen suorittamista osallistujille laitettiin MoveSole-älypohjalliset jalkaan. Varmistimme, että pohjallinen on sopivan kokoinen, etteivät ne liikkuisi jalkapohjan alla.

Testin suorittamisen selkeyden vuoksi kävelymatkojen alku ja loppu merkittiin radalle kartioiden avulla. Molemmat kävelymatkat toteutettiin kahden metrin lentävällä lähdöllä, jotta kävelyn alkukiihdytys ei vaikuttaisi tuloksiin. Lyhempi 10 metrin kävelymatka suoritettiin tasaisella ja suoralla radalla (kuva 3). Pidemmässä 400 metrin kävelymatkassa testihenkilö käveli 325 metrin mittaisen juoksuradan kerran ympäri ja sen lisäksi 75 metriä.



Kuva 3. 10 metrin kävelymatka on merkattu keltaisilla kartioilla sisältäen lentävän lähdön (Kuva: Markus Muikku).

Toteutuksessa osallistujat kävelivät ensin 10 metrin kävelymatkan ja sen jälkeen 400 metrin kävelymatkan. Matkoista 10 metriä suoritettiin ensimmäisenä, jottei pidemmän suorituksen aiheuttama mahdollinen väsyminen vaikuttaisi 10 metrin suorittamiseen. Muut ryhmässä olevat osallistujat pystyivät seuraamaan toisen suoritusta ennen omaansa. Kävelymatkojen jälkeen tulokset käytiin jokaisen osallistujan kanssa lyhyesti läpi niiden parametrien osalta, joita tässä opinnäytetyössä käsitellään.

## 11 Tulokset

Saimme osallistujien tulokset 10 metrin ja 400 metrin kävelymatkoista MoveSole-älypohjallisilla. Siirsimme tulokset Exceliin, jossa koostimme tuloksista taulukot, sekä niiden pohjalta kaaviot. Taulukossa 3 on kuvattu lyhenteitä, joita olemme käyttäneet tulosten analysoinnissa.

Lyhenne		
G	General	Sukupuoli
A	Age	Ikä
WS	Walking speed	Kävelynopeus
C	Cadence cadence	Askeltiheys
FP	Foot pressure	Painon jakautuminen jalkapohjan alla

Taulukko 3. Kävelyn parametrien lyhenteet.

Alla olevassa taulukossa (taulukko 4) on koottu testihenkilöiden sukupuoli, ikä, kävelymatkojen kävelynopeus ja askeltiheys sekä jalkapohjan paineen jakautuminen jalkojen välillä.

	G	A	WS 10m	WS 400m	C 10m	C 400m	FP L 10m	FP R 10m	FP L 400m	FP R 400m
testi 1	F	70	1	1,46	89	113	49,2	50,8	47,4	52,6
testi 2	F	70	1,25	1,38	106	107	51,8	48,2	52,5	47,5
testi 3	M	66	1	1,4	80	108	47	53	47,7	52,3
testi 4	M	69	1,1	1,27	74	98	53,6	46,4	53,9	46,1
testi 5	M	69	1,4	1,69	80	116	43,4	56,6	44,6	55,4
testi 6	M	78	1,25	1,72	68	106	56,3	43,7	56,5	43,5
testi 7	M	75	1,25	1,43	86	113	50,8	49,2	48,9	51,1
Average			1,18	1,48	83	109				
Units			m/s	m/s	steps/min	steps/min	%	%	%	%

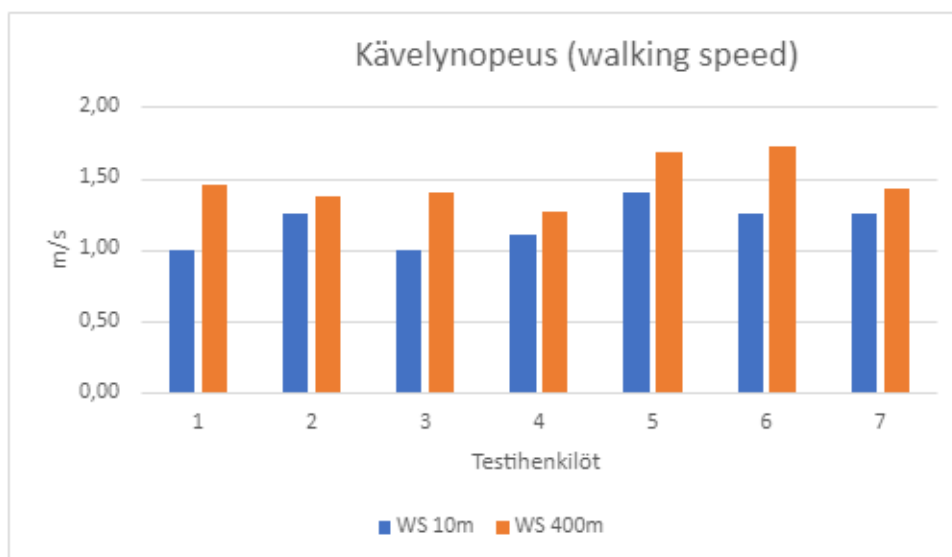
Taulukko 4. Taulukossa 10 metrin ja 400 metrin vertailtavat kävelyn parametrit.

Sukupuolijakauma osallistujien välillä oli 2 naista, sekä 5 miestä. Ikäjakauma testissä 66–78 vuotta. Keskimääräinen ikä 71 vuotta.

### 11.1 Kävelynopeus

Osallistujien kävelynopeudet on laskettu kahden desimaalin tarkkuudella (ks. taulukko 4). Alla olevassa kaaviossa (kaavio 1) esitetty osallistujien kävelynopeus. Osallistujien kävelynopeus 10 metrin matkalla vaihteli välillä 1 m/s -1. 40 m/s. Keskimääräisen kävelynopeuden ollessa 1.18 m/s. Pidemmällä

400 metrin matkalla osallistujien kävelynopeus vaihteli välillä 1,27 m/s-1,72 m/s. Keskimääräisen kävelynopeuden ollessa 1,48 m/s. Tuloksista voimme nähdä, että osallistujien kävelynopeus 400 metrin matkalla oli keskimäärin 28 % nopeampi, kuin 10 metrin matkalla.

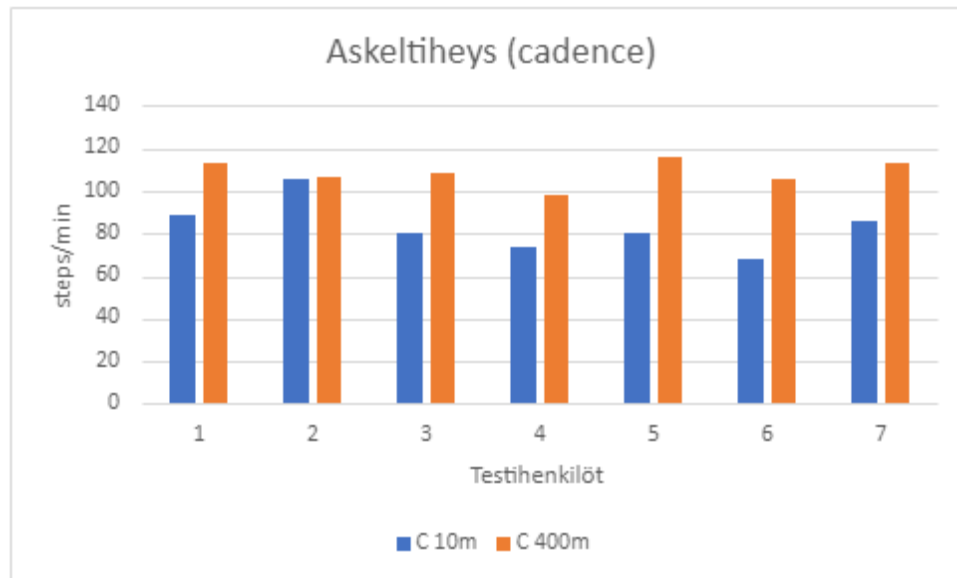


Kaavio 1. Kävelynopeuden vertailu 10 metrin ja 400 metrin kävelymatkojen välillä.

Naisilla kävelynopeus on 10 metrin kävelymatkassa 1,0 m/s ja 1,25 m/s sekä 400 metrin matkassa 1,38 m/s ja 1,46 m/s. Miehillä 10 metrin kävelymatkassa kävelynopeus on 1,0–1,4 m/s välillä ja 400 metrin kävelymatkassa 1,27–1,72 m/s.

## 11.2 Askeltiheys

Alla olevassa kaaviossa (kaavio 2) koottuna osallistujien askeltiheydet. Osallistujien askeltiheys vaihteli 10 metrin matkalla välillä 68–106 askelta/minuutti. Keskimääräisen askeltiheyden ollessa 83 askelta/minuutti. Askeltiheyden vaihtelu 400 metrin matkalla oli välillä 98–116 askelta/minuutti. Keskimääräisen askeltiheyden ollessa 109 askelta/minuutti. Samoin kuin kävelynopeus, myös askeltiheys kasvoi jokaisen osallistujan kohdalla 400 metrin matkalla. Keskimäärin askeltiheys kasvoi 32 %.



Kaavio 2. Askeltiheyden vertailu 10 metrin ja 400 metrin kävelymatkojen välillä.

Sukupuolten välisessä tarkastelussa todettiin ero askeltiheydessä naisten ja miesten välillä molemmissa kävelymatkoissa. Naisten askeltiheys on 10 metrin kävelymatkassa 89–106 askelta minuutissa ja 400 metrin kävelymatkassa 107–113 askelta minuutissa. Miehillä askeltiheys 10 metrin kävelymatkassa on 68–106 askelta minuutissa ja 400 metrin kävelymatkassa 98–116 askelta minuutissa.

### 11.3 Painon jakautuminen

Painon jakautuminen alaraajojen välille on ilmoitettu prosentteina taulukossa (ks. taulukko 4). 10 metrin kävelymatkalla osallistujien alaraajojen välisessä painonjakaumassa keskimääräinen ero on 6.5 prosenttiyksikköä. Pidemmällä 400 metrin matkalla vastaava ero on 6.9 prosenttiyksikköä. Keskimääräisesti osallistujien kesken erot kasvoivat 6.12 %. Kaikista seitsemästä osallistujasta kahdella erot alaraajojen välillä pienenevät pidemmällä matkalla ja viidellä erot kasvoivat. MoveSole-älypohjallisissa sensoreita on kantapäässä S0-S2, jalkapohjan lateraalireunalla S3, päkiällä S4 ja S6 sekä ensimmäisen varpaan kohdalla S5 (kuva 4).



Kuva 4. MoveSole-älypohjallisten sensoreiden sijainnit (Kuva: Markus Muikku).

Alla olevissa taulukoissa on esitetty testihenkilöiden painon jakautuminen sensorikohtaisesti Newtonina. Yhdessä taulukossa on lueteltu yhden testihenkilön arvot molemmilta kävelymatkoilta. Alimmalle riville on merkitty alaraajaan kohdistunut kokonaiskuorma. Lisäksi on laskettu jalan yhden osan kokonaiskuorma, esimerkiksi kantapää, johon kuuluu sensorit S0, S1, S2. Tämän lukeman perään on ilmoitettu prosentteina, kuinka suuri osa kokonaiskuormituksesta kohdistuu kyseiselle alueelle.

Testihenkilö 1.					Testihenkilö 2.				
	10m		400m			10m		400m	
	Vasen	Oikea	Vasen	Oikea		Vasen	Oikea	Vasen	Oikea
Kantapää	205N 47%	205N 46%	177N 43%	247N 51%	Kantapää	289N 49%	242N 44%	323N 50%	250N 43%
S0	46N	101N	0N	109N	S0	93N	84N	103N	75N
S1	73N	70N	82N	84N	S1	92N	66N	105N	74N
S2	86N	34N	95N	54N	S2	104N	92N	115N	101N
Lat.reuna	19N 4%	33N 7%	23N 6%	34N 7%	Lat.reuna	21N 4%	49N 9%	23N 4%	48N 8%
S3	19N	33N	23N	34N	S3	21N	49N	23N	48N
Päkiä	142N 33%	138N 31%	142N 34%	116N 24%	Päkiä	187N 32%	172N 32%	202N 32%	192N 33%
S4	85N	79N	85N	58N	S4	81N	62N	81N	65N
S6	57N	59N	57N	58N	S6	106N	110N	121N	127N
1.varvas	67N 16%	70N 16%	70N 17%	84N 17%	1.varvas	87N 15%	83N 15%	93N 15%	91N 16%
S5	67N	70N	70N	84N	S5	87N	83N	93N	91N
Tot.	433N	446N	412N	481N	Tot.	584N	546N	641N	581N

Taulukko 5. Testihenkilöiden 1 ja 2 sensorikohtainen painon jakautuminen.

Testihenkilöillä 1 ja 2 paino jakautuu molemmilla kävelymatkoilla tasaisesti jalkaterän alle. Kokonaiskuormitus jalan alla kasvaa kummallakin testihenkilöllä pidemmällä kävelymatkalla. Tuloksissa on otettu huomioon testihenkilön 1 S0 sensorin antama tulos 0N, joka vaikuttaa kokonaiskuormitukseen. Kummallakin henkilöllä noin 50 % kokonaiskuormasta jakautuu kantapään alueelle, sekä noin 30 % päkiän alueelle kummallakin kävelymatkalla.

Testihenkilö 3.					Testihenkilö 4.				
	10m		400m			10m		400m	
	Vasen	Oikea	Vasen	Oikea		Vasen	Oikea	Vasen	Oikea
Kantapää	226N 38%	336N 50%	277N 43%	342N 48%	Kantapää	354N 49%	300N 47%	392N 50%	324N 49%
S0	0N	120N	0N	105N	S0	125N	100N	136N	87N
S1	108N	94N	133N	106N	S1	97N	78N	109N	99N
S2	118N	122N	144N	131N	S2	132N	122N	147N	138N
Lat.reuna	59N 10%	50N 7%	54N 8%	47N 7%	Lat.reuna	31N 4%	43N 7%	40N 5%	34N 5%
S3	59N	50N	54N	47N	S3	31N	43N	40N	34N
Päkiä	193N 32%	195N 29%	218N 34%	216N 30%	Päkiä	248N 34%	230N 36%	239N 30%	234N 35%
S4	111N	114N	120N	110N	S4	116N	102N	103N	100N
S6	82N	81N	98N	106N	S6	132N	128N	136N	134N
1.varvas	119N 20%	93N 14%	100N 15%	107N 15%	1.varvas	94N 13%	66N 10%	106N 13%	74N 11%
S5	119N	93N	100N	107N	S5	94N	66N	106N	74N
Tot.	597N	674N	649N	712N	Tot.	727N	639N	787N	666N

Taulukko 6. Testihenkilöiden 3 ja 4 sensorikohtainen painon jakautuminen.

Osallistujalla 3 on 10 metrin kävelymatkassa alaraajojen välillä suurempi ero, kun taas 400 metrin matkassa alaraajojen välinen ero tasaantuu. Tuloksia tulkitessa on otettu huomioon S0 sensorin tulos, sillä tulos on 0N. Osallistujalla 4 kuormitus on molemmilla kävelymatkoilla painottunut hieman enemmän vasemmalle jalalle. Osallistujalla 4 on nivelrikkoa sekä oikeassa että vasemmassa alaraajassa.

Testihenkilö 5.					Testihenkilö 6.				
	10m		400m			10m		400m	
	Vasen	Oikea	Vasen	Oikea		Vasen	Oikea	Vasen	Oikea
Kantapää	190N 33%	340N 45%	222N 34%	375N 42%	Kantapää	317N 46%	205N 38%	384N 52%	254N 45%
S0	0N	132N	0N	140N	S0	113N	25N	119N	41N
S1	100N	92N	116N	100N	S1	84N	72N	114N	88N
S2	90N	116N	106N	135N	S2	120N	108N	151N	125N
Lat.reuna	19N 3%	31N 4%	25N 4%	35N 4%	Lat.reuna	28N 4%	26N 5%	31N 4%	17N 3%
S3	19N	31N	25N	35N	S3	28N	26N	31N	17N
Päkiä	265N 45%	304N 40%	304N 47%	328N 36%	Päkiä	228N 33%	206N 38%	225N 31%	199N 35%
S4	136N	174N	167N	193N	S4	82N	51N	79N	49N
S6	129N	130N	137N	135N	S6	146N	155N	146N	150N
1.varvas	109N 19%	82N 11%	94N 15%	65N 7%	1.varvas	120N 17%	101N 19%	95N 13%	94N 17%
S5	109N	82N	94N	65N	S5	120N	101N	95N	94N
Tot.	583N	757N	645N	903N	Tot.	693N	538N	735N	564N

Taulukko 7. Testihenkilöiden 5 ja 6 sensorikohtainen painon jakautuminen.

Testihenkilöllä 5 on molemmissa kävelymatkoissa eroa alaraajojen välillä. Kun verrataan kävelymatkojen tuloksia keskenään, niin alaraajojen ero pysyy suhteellisen samana. Testihenkilöllä 5 tulee päkiän alueelle S4 ja S6 sensoreille suurta painetta. Tämä ero suurenee alaraajojen välillä 400 metrin kävelymatkassa. Testihenkilöllä 6 on myös alaraajojen välillä eroa molemmilla kävelymatkoilla. Selvimmin ero näkyy kantapään alueen sensoreilla S0-S2. Alaraajojen välinen ero tasaantuu S3-S6 sensoreilla. Testihenkilöllä 6 on alkavaa lonkkanivelen kulumaa. Testipäivänä hän ilmoitti pientä kivun tunnetta oikeassa alaraajassa.

Testihenkilö 7.				
	10m		400m	
	Vasen	Oikea	Vasen	Oikea
Kantapää	349N 53%	307N 51%	362N 51%	353N 49%
S0	104N	123N	103N	98N
S1	110N	92N	120N	111N
S2	135N	92N	139N	144N
Lat.reuna	55N 8%	56N 9%	61N 9%	57N 8%
S3	55N	56N	61N	57N
Päkiä	163N 25%	189N 31%	184N 26%	233N 32%
S4	88N	81N	97N	92N
S6	75N	108N	87N	141N
1.varvas	89N 14%	53N 9%	103N 15%	76N 11%
S5	89N	53N	103N	76N
Tot.	656N	605N	710N	719N

Taulukko 8. Testihenkilön 7 sensorikohtainen painon jakautuminen.

Testihenkilöllä 7 paine jakautuu molemmilla matkoilla jalkaterän alle lähes symmetrisesti. Kokonaiskuormitus kasvaa pidemmällä kävelymatkalla.

Testihenkilöllä on vasemmassa polvessa nivelrikkoo, mutta tämä ei näy tuloksissa.

## 12 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää, esiintyykö kävelynopeudessa, askeltiheydessä ja painon jakautumisessa alaraajojen välillä eroja kävelymatkojen välillä. Saimme tehtyä tarvittavat mittaukset suunnitelman mukaan. Tuloksia analysoidessa esille nousi kävelynopeuden ja askeltiheyden kasvaminen 400 metrin kävelymatkassa. Kävelynopeuden kasvua keskimäärin 28 % voidaan pitää suurena. Pidemmällä kävelymatkalla myös erot painon jakautumisessa kasvoivat, mutta kasvu oli pientä. Vertailun toteutimme käyttämällä MoveSole-älypohjallisia. Tulosten vertailun saimme toteutettua hyvin.

Opinnäytetyössä saadut tulokset kävelyn parametreista ovat samansuuntaisia tietoperustassa esitettyjen viitearvojen ja tutkimustulosten osalta.

Kävelynopeuden osalta 10 metrin kävelymatkassa sekä miehillä, että naisilla tulokset olivat esitettyjen viitearvojen sisällä. Kävelynopeuden tuloksia verratessa 400 metrin matkassa Stocker ym. tutkimukseen voidaan huomata, että opinnäytetyössä saadut kävelynopeudet eivät ole yhtä korkeita, kuin verratessa tutkimuksessa. Kuitenkin kävelynopeuden tulokset ovat tutkimuksen tapaan suuremmat, kuin 10 metrin kävelytestin viitearvot.

Askeltiheyden osalta miehillä, että naisilla tulokset ovat 10 metrin kävelymatkalla aikaisemmin esitettyjen viitearvojen sisällä. Pidemmällä 400 metrin matkalla askeltiheydet jäävät Stockerin. ym tutkimuksessa saaduista tuloksista. Stocker ym. tutkimuksessa oleva ikähaarukka oli 40–85-vuotiaat, mikä on otettava huomioon tuloksia verratessa.

Kävelynopeuden ja askeltiheyden muutosta kävelymatkojen välillä voisi tutkia enemmän. Miksi kasvu tapahtuu ja millaiset tekijät vaikuttavat kävelynopeuden ja askeltiheyden kasvuun. Opinnäytetyössä saatujen tulosten perusteella olisi mielestämme hyvä suosia pidempää kävelytestiä, jolloin tulokset voisivat vastata todellisuutta paremmin. Myös painon jakautumisessa osallistujien alaraajojen väliset erot kasvoivat keskimäärin 6.12 % pidemmällä matkalla. Pidempi kävelymatka voisi antaa tarkempaa kokonaiskuvaa mahdollisista alaraajojen puolieroista.

Tuloksista päätellen pidempi kävelymatka antaa tarkemman kuvan kävelystä kuin 10 metrin kävelymatka. Sen vuoksi fysioterapiassa olisi hyvä hyödyntää kävelyn tutkimisessa enemmän 400 metrin matkaa myös Suomessa. Tarkemmat tulokset kävelystä antavat mahdollisuuden paremmalle kuntoutukselle. Valitettavasti pidemmän kävelymatkan testaamiseen tulee usein vastaan resurssit, sillä harvassa paikassa ei ole mahdollisuutta kävellä pidempää matkaa.

## 12.1 Eettisyys

Tutkimuseettinen neuvottelukunta (2019) on laatinut eettiset periaatteet ihmiseen kohdistuvista tutkimuksista. Tutkijan tulee kunnioittaa tutkimusprosessin ajan tutkittavien ihmisarvoa sekä itsemääräämisoikeutta. Tutkimus tulee toteuttaa siten, että siitä ei aiheudu tutkittavalle merkittäviä riskejä, haittoja tai vahinkoja. Nämä oikeudet pohjautuvat Suomen perustuslakeen.

Tutkimukseen osallistuvilla on oikeus osallistua vapaaehtoisesti, mutta hänellä on myös oikeus kieltäytyä osallistumasta. Osallistujalla on oikeus keskeyttää tai peruuttaa tutkimukseen osallistuminen ilman erillistä syytä. Myös tutkija voi keskeyttää tutkimukseen osallistumisen tutkittavan puolesta. Tutkittavalla on oikeus saada tietoa tutkimuksen käytännön toteutuksesta, sisällöstä sekä henkilötietojen käsittelystä. Tutkittavan tulee saada todellinen näkemys tutkimuksen tavoitteista sekä mahdollisista riskeistä ja haitoista. Tutkimuksen hyödyt ja vaikutukset tulee kertoa tutkittavalle realistisesti. (Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje, 2019.) Opinnäytetyöhön toteutukseen oli ilmoittautunut 11 testihenkilöä, joista kolme jättäytyi pois, tällöin kunnioitimme heidän päätöstänsä.

Kysyimme opinnäytetyössä käytettävistä kuvista käyttöoikeudet sekä kirjoittajalta että kustantajalta. Teimme tutkimuslupasopimuksen opinnäytetyöhön osallistuvien testihenkilöiden kanssa. Esitietolomakkeen perusteella keräsimme ne tiedot, jotka olivat oleellista tietää ennen toteutuksen suorittamista. Pyrimme esitietolomakkeen avulla turvallisuuteen, sekä ennaltaehkäisemään vahinkoja. Ennen kävelymatkoja mittasimme verenpaineen, jotta kävelymatkat olivat mahdollisimmat turvallista suorittaa. Osallistujille lähetettiin sähköpostitse opinnäytetyön infokirje ja toteutuksen ajankohta. Pyysimme heitä vastaamaan sähköpostiin, jotta tiesimme, että sähköposti on mennyt perille. Esitietolomake ja tutkimuslupalomake säilytettiin opinnäytetyön prosessin ajan, jonka jälkeen ne hävitettiin asianmukaisin keinoin. Kävelymatkojen toteutusvaiheessa kerroimme suullisesti osallistuville testihenkilöille suoritusohjeet ja tavoitteet.

## 12.2 Luotettavuus

Opinnäytetyön aineistoa kerättiin koko prosessin ajan. Aineistoa kerättiin nettisivuilta, artikkeleista, kirjoista, sekä tutkimuksista. Käytimme sekä suomalaisia että kansainvälisiä lähteitä, jotka lisäävät opinnäytetyön luotettavuutta. Suurin osa tutkimuksista olivat yleisimmistä käytetyistä tietokannoista, kuten PubMed, National Library of Medicine sekä Research Gate. Pyrimme valitsemaan lähteet, jotka ovat julkaistu alle 10 vuotta sitten.

Tutkimuksen pätevyys ja luotettavuus muodostavat keskenään mittarin kokonaisluotettavuuden. Validiteetti eli pätevyys tarkoittaa mittarin kykyä mitata sitä, mitä tutkimuksessa on ollut tarkoitus mitata (Vilka 2021,193).

Opinnäytetyössä mittarina käytettiin 10 metrin kävelytestiä, joka on tutkimusten mukaan pidetty luotettavana sekä toistettavana. Kävelytestiä on käytetty arvioimaan liikkumiskykyä ja mittaamaan kävelynopeutta. Toisena mittarina oli 400 metrin kävelymatka, joka on vähemmän käytetty, mutta kehitetty iäkkäiden kävelykyvyn tutkimiseen.

Reliabiliteetillä eli luotettavuudella tarkoitetaan mittaustulosten tarkkuutta eli mittauksen kykyä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Tämä tarkoittaa myös mittaustulosten toistettavuutta, jolloin mittauksen toistettaessa samalle henkilölle saadaan täysin sama mittaustulos riippumatta tutkijasta (Vilka 2021, 194). Tutkimuksessamme toinen mittasi 10 metrin ja toinen 400 metrin kävelymatkat. Pohdimme, olisiko luotettavuutta voinut parantaa, mikäli mittaukset olisi suoritettu kahden henkilön mittaamana.

Luotettavuutta olisi voinut parantaa, jos osallistujille olisi pystytty tarjoamaan tismalleen samanlaiset, toistettavat olosuhteet toteutuksen ajaksi. Tutkimuksen toteutushetkellä Joensuun Areenalla oli ulkopuolisia henkilöitä. Testihenkilöiden kävellessä 400 metriä heillä oli matkalla enemmän häiriötekijöitä, kuin 10 metrin kävelymatkassa. Häiriötekijät saattoivat olla jokaisella osallistujalla hieman erilaiset. Pidemmässä 400 metrin kävelymatkassa oli enemmän havainnoitavaa, kuten muut ihmiset ja ympäristö. Toiset testihenkilöt katselivat enemmän ympärilleen, kun taas toiset eivät ollenkaan. Areenalla soi yleisistä

kaiuttimista radio, josta kuului musiikkia ja mainoksia. Tämä on mahdollisesti vaikuttanut molempiin kävelymatkoihin. Luotettavuutta voisi myös parantaa suuremmalla otannalla. Nyt resurssit olivat kuitenkin rajalliset, eikä suurempi otanta ollut mahdollinen.

Opinnäytetyön toteutus oli mielestämme onnistunut kokonaisuus.

Testihenkilöillä oli keskenään samantyyppiset olosuhteet. Annoimme kaikille testihenkilöille samanlaisen ohjeistuksen kävelymatkojen suorituksesta.

Ainoastaan yhden pohjallisen kantapäässä S0 sensorissa tulokseksi tuli muutamalla testihenkilöllä 0N. Pohjallisesta oli vaihdettu paristo eikä siihen tullut tästä sensorista virheilmoitusta. Yhdellä testihenkilöllä tämä tuli esille molemmissa kävelymatkoissa ja kahdella testihenkilöllä vain toisessa kävelymatkassa.

### **12.3 Ammatillinen kasvu**

Opinnäytetyö on ollut pitkä, yli vuoden kestänyt prosessi. Se on kuluneen vuoden ajan ollut jatkuvasti työn alla. Opinnäytetyöprosessi on ollut haastavaa ja stressaavaa, mutta samalla erittäin opettavaista. Fysioterapeuttisesta näkökulmasta olemme syventäneet osaamistamme kokonaisvaltaisesti kävelyyn ja sen tutkimisesta. Opinnäytetyöprosessi on vaatinut sitoutumista ja säännöllistä tekemistä. Koemme, että olemme kehittyneet erityisesti tiedonhankinnassa, tutkimuksen toteuttamisessa, sekä tieteellisessä kirjoittamisessa.

Opinnäytetyöprosessissa on tullut esille erityisesti yhteistyötaidot työparin kanssa. Työparin kanssa on pitänyt tehdä päätöksiä ja kompromisseja, jotka ovat kehittäneet toisen mielipiteen arvostamista. Työparin kanssa on tullut esille myös aikataulutuksen ja järjestelmällisyyden merkitys, jotta molemmat ovat samalla viivalla. Yhteistyötä olemme tehneet prosessin aikana ohjaavan opettajan, toimeksiantajan sekä testihenkilöiden kanssa.

## 12.4 Jatkokehitysideat

Jatkotutkimusta olisi mahdollista lähestyä useiden eri näkökulmien kautta. Tutkimuksen voisi kohdentaa eri ikäryhmiin, kuten työikäisiin. Työikäisillä kävelymatkan pituutta voisi vielä kasvattaa esimerkiksi kilometriin. Meidän tutkimuksessamme kohdehenkilöt olivat lähtökohtaisesti perusterveitä yli 65-vuotiaita. Tutkimusta voisi vielä kohdentaa esimerkiksi nivelrikkopotilaisiin tai muihin tuki- ja liikuntaelämistön sairauksiin.

Opinnäytetyössämme osallistujia oli seitsemän, mikäli tutkimuksen tekisi laajemmalla otannalla, tämä voisi lisätä tulosten luotettavuutta.

Opinnäytetyömme tuloksissa kävelynopeus ja askeltiheys kasvoivat 400 metrin kävelymatkalla. Olisi mielenkiintoista tutkia, mikä vaikutti nopeuden muuttumiseen.

## Lähteet

- Avela, J., Perttunen, J. & Järvinen, M. 2012. Tuki- ja liikuntaelimityksen biomekaniikkaa. Teoksessa Kiviranta, I. & Järvinen, M. (toim.). Ortopedia. Helsinki: Otava.
- Bonnefoy-Mazure, A. & Armand, S. 2015. Normal gait. Research Gate. [https://www.researchgate.net/publication/297048967\\_Normal\\_gait](https://www.researchgate.net/publication/297048967_Normal_gait) 3.11.2022
- Chatzaki, C., Skaramagkas, V., Tachos, N., Christodoulakis, G., Maniadi, E., Kefalopoulou, Z., Fotiadis, D. & Tsiknakis, M. 2021. The Smart-Insole Dataset: Gait analysis Using Wearable Sensors with a Focus on Elderly and Parkinson's patients. National Library of Medicine. 21(8): 2821. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8073163/> 3.11.2022
- Fletcher, J. 2017. What is abnormal gait. Medical News Today. <https://www.medicalnewstoday.com/articles/320481#prevention> 22.8.2022
- Gimunova, M., Zvonar, M & Mikeska, O. 2018. The effect of aging and gender on plantar pressure distribution during the gait in elderly. PubMed. 20(4): 139–144. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30520439/> 18.9.2022
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2015. Tutki ja kirjoita. Porvoo: Bookwell Oy.
- Hollman, J., McDade, E. & Petersen R. 2011. Normative Spatiotemporal Gait Parameters in Older Adults. PubMed. 34(1):111–118. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3104090/> 21.11.2022
- Jasiewicz ym. 2019. Quantative Analysis of Foot Pressure During Walking. National Library of Medicine. 25: 4916–4922. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6621646/> 31.8.2022
- Kauranen, K. 2019. Fysioterapeutin käsikirja. Helsinki: Sanoma Pro Oy
- Kauranen, K. & Nurkka, N. 2022. Liikkumisen biomekaniikkaa. Otavan Kirjapaino Oy.
- Kaakkola, S. 2018. Poikkeava kävely. Duodecim. <https://www.duodecimlehti.fi/duo14347> 23.5.2022
- Karelia. 2023. Tarmo – oppimis- ja palveluympäristö. <https://www.karelia.fi/tarmo/> 12.1.2023
- Kasovic, M., Stefan, L. & Stefan, A. 2021. Normative Data for Gait Speed and Height Norm Speed ≥ 60-year-old Men and Women. National Library of Medicine (16) 225–230. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7869711/pdf/cia-16-225.pdf> 15.11.2022
- Kawai, H. ym. 2021. Intra-day variation in daily outdoor walking speed among community-dwelling older adults. PubMed. (1):417. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34238238/> 15.11.2022
- Lange-Maia, B., Newman, A., Strotmeyer, E., Harris, T., Caserotti, P. & Glynn, N. 2015. Performance on Fast and Usual-Paced 400 m Walk Tests in Older Adults: Are They Comparable? Aging Clin Exp Res. National Library of Medicine. 27(3): 309–314. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4422783/> 29.11.2022
- Levine, D., Richards, J. & Whittle, M. 2023. Whittle's Gait Analysis. Elsevier Health Sciences.
- Mo'men, H., El Sayyad, M., Abdel Raouf, N., & Lasheen, Y. 2021. Spatio-Temporal Parameters in Normal Gait. Intmoernational Journal Of Pharmaceutical

- Research. <http://www.ijpronline.com/ViewArticleDetail.aspx?ID=20998>  
23.8.2022
- Move Sole StepLab. 2022. Käyttäjän opas. Esite. 16.11.2022
- Move Sole. 2018. MoveSole Steblab. Mobiili kävelyn mittausjärjestelmä.  
[https://www.sport-techglobal.fi/wp-content/uploads/2019/01/MoveSoleStepLab\\_Tuotokuvaus\\_2018.pdf](https://www.sport-techglobal.fi/wp-content/uploads/2019/01/MoveSoleStepLab_Tuotokuvaus_2018.pdf)  
3.5.2022
- MoveSole. 2022. Tarinamme. <https://www.movesole.com/tarinamme/> 16.11.2022
- Paltamaa, J. 2019. 10 metrin kävelytesti muistitoimintokellolla. Terveysportti.  
<https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tmi/article/tmm00156/search/10%20metrin%20k%C3%A4velytesti> 4.5.2022
- Perry, J. & Burnfield, J. 2010. Gait analysis. Normal and Pathological Function. Slack Incorporated.
- Physiopedia. 2022. 10 metre walk test. [https://www.physio-pedia.com/10\\_Metre\\_Walk\\_Test?lang=en](https://www.physio-pedia.com/10_Metre_Walk_Test?lang=en) 23.8.2022
- Pirker, W. & Katzenschlager, R. 2017. Gait disorders in adults and the elderly: a clinical guide. Wiener klinische Wochenschrift. National Library of Medicine. 129(3–4), 81–95.  
[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5318488/pdf/508\\_2016\\_Article\\_1096.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5318488/pdf/508_2016_Article_1096.pdf) 22.8.2022
- Razak, A., Zayegh, A., Begg, R. & Wahab, Y. 2012. Foot Plantar Pressure Measurement System. A Review. National Library of Medicine. 12(7): 9884–9912. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3444133/>  
24.8.2022
- Saarikoski, R. 2016. Alaraajojen kunnon yhteys pystyasentoon ja kehon hallintaan. Duodecim. <https://www.terveyskirjasto.fi/tju00202> 25.3.2022
- Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Lahti: VK-Kustannus Oy
- Stocker, Samrani, Rapp, Saunders & Salvatore. 2020. Effect of course length on 400 m Walk Test outcomes. Herbert Open Access Journals. 2055-2386-7-5.  
<https://www.hoajonline.com/journals/pdf/2055-2386-7-5.pdf> 3.11.2022
- Termipankki. 2022. Parametri. <https://termipankki.fi/tepa/en/search/parametri>  
23.8.2022
- Terveyskylä. 2019. Ikääntynyt, iäkäs vai vanha?  
<https://www.terveyskyla.fi/ikatalo/ik%C3%A4%C3%A4ntyneelle/ik%C3%A4-ja-arki/ik%C3%A4%C3%A4ntynyt-i%C3%A4k%C3%A4s-vai-vanha>  
23.8.2022
- Terveyskylä. 2020. Kävely.  
<https://www.terveyskyla.fi/kuntoutumistalo/kuntoutujalle/liikunta/k%C3%A4vely-ja-juoksu-opas-liikkumiseen/k%C3%A4vely> 9.11.2022
- Tilastokeskus. 2022. Parametri. <https://www.stat.fi/meta/kas/parametri.html> 23.8.2022
- Toimintakyvyn mittarit. 2016. Liikkuminen. 10 metrin kävelytesti. 14/223. <https://hoito-ohjeet.fi/OhjepankkiVSSHP/Toimintakyvyn%20mittarit.pdf> 9.3.2023
- Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje. 2019. Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden ennakoarviointi Suomessa.  
[https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden\\_eettisen\\_ennakoarvioinnin\\_ohje\\_2020.pdf](https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden_eettisen_ennakoarvioinnin_ohje_2020.pdf) 16.11.2022
- UKK-instituutti. 2020. Kävely on tehokasta liikuntaa ja monipuolinen terveystoiminta.  
<https://ukkinstituutti.fi/liikkuminen/liikuntalajit-ja-liikkumismuodot/kavely/>  
19.1.2023

- Vanhuspalvelulaki. 2012. Laki ikääntyneen väestön toimintakyvyn tukemisesta sekä iäkkäiden sosiaali- ja terveystalveluista. Finlex.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2012/20120980#L1P3> 22.8.2022
- Vilka, H. 2021. Näin onnistut opinnäytetyössä. Ratkaisut tutkimuksen umpikujiin. PS-kustannus.
- Vilpas, P. 2022. Kvantitatiivinen tutkimus. <https://docplayer.fi/15103369-Pertti-vilpas-metropolia-1-kvantitatiivinen-tutkimus.html> 24.2.2023
- Värynen, P. 2017a. Askelvaiheet: tuki- ja heilahdusvaihe. Teoksessa: M. Stolt, A. Flink, R. Saarikoski & P. Värynen. Jalkaterveys. Helsinki: Duodecim.
- Värynen, P. 2017b. Kineettinen ketju. Teoksessa: M. Stolt, A. Flink, R. Saarikoski & P. Värynen. Jalkaterveys. Helsinki: Duodecim.
- Värynen, P. 2017 c. Kävelyyn vaikuttavat tekijät ja kävelyä kuvaavat käsitteet. Teoksessa: M. Stolt, A. Flink, R. Saarikoski & P. Värynen. Jalkaterveys. Helsinki: Duodecim.

Hei,

Tervetuloa osallistumaan fysioterapian opinnäytetyömme toteutusvaiheeseen! Opinnäytetyössä vertailemme keskenään 10 metrin ja 400 metrin kävelyn parametrejä yli 65-vuotiailla. Näitä parametrejä ovat kävelynopeus, askeltiheys, sekä painonjakauma jalkapohjan alla.

Toteutuksessa sinun on koehenkilönä tarkoitus kävellä mittaamamme 10 metrin kävelymatka, sekä 400 metrin kävelymatka. Kävely toteutetaan täysin normaalia kävelyä mukaillen. Tarkoitus ei ole edetä mahdollisimman nopeasti. Kävelyn ajaksi kengän sisälle asetetaan MoveSole-älypohjallinen, jossa on seitsemän sensoria, jotka mittaavat voiman jakautumista jalkapohjan alla. Tulokset siirrämme älylaitteelle, sekä tietokoneelle, joiden kautta tulokset analysoidaan.

Opinnäytetyön tarkoitus on verrata näistä kahdesta kävelymatkasta saatuja tuloksia keskenään. Haluamme nähdä, vaikuttaako pidempi kävelymatka saatuihin tuloksiin.

**Ennen testiä:**

- Älä saavu testiin sairaana.
- Älä saavu testiin, jos sinulla on jokin akuutti alaraajavamma.
- Vältä kahvia tai tupakointia tuntia ennen testiä.

**Ota mukaan:**

- Kävelykengät.
- Tarvittavat lääkkeet
- Mukavat vaatteet
- Juomapullo (tarvittaessa)

**Paikka ja aika:**

- Joensuu Areena
- 12.12.

Mikäli sinulla on kysyttävää, ota vapaasti yhteyttä sähköpostitse tai puhelimitse! Nähdään Areenalla!

Ystävällisin terveisin,

Fysioterapeuttiopiskelijat, Venla Viinijoki & Markus Muikku

S-posti: [etunimi.sukunimi@edu.karelia.fi](mailto:etunimi.sukunimi@edu.karelia.fi)

**Esitietolomake****Päiväys: \_\_. \_\_. 2022**

Opinnäytetyön aihe: Kävelyn parametrien vertailu 10 metrin ja 400 metrin kävelymatkojen välillä yli 65-vuotiailla.

Tekijät: Markus Muikku ja Venla Viinijoki, fysioterapeuttiopiskelijat.

Toimeksiantaja: TARMO - Oppimis- ja palveluympäristö.

Nimi: \_\_\_\_\_

Ikä \_\_\_\_\_

Sukupuoli: Nainen \_\_\_\_\_ Mies \_\_\_\_\_ Muu \_\_\_\_\_

Pituus: \_\_\_\_\_ Paino: \_\_\_\_\_

Kengän koko: \_\_\_\_\_

1. Mahdolliset perussairaudet: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Mahdolliset alaraajan vammat/rasitukset/murtumat:

\_\_\_\_\_

3. Mahdolliset sairaudet tai vammat viimeisen 6 kuukauden aikana:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Mahdolliset lääkkeet:

\_\_\_\_\_

5. Tavallisimmat liikunnan ja fyysisen aktiivisuuden muodot:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Onko esiintynyt kipuja tänään tai viime päivien aikana?

\_\_\_\_\_

7. Onko kipuja mitkä rajoittaisivat kävelemistä?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

8. Onko sinulla esiintynyt huimausta viimeisen kuukauden aikana?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Vakuutan antamani tiedot oikeiksi.

Paikka ja päivämäärä: \_\_\_\_\_

Allekirjoitus ja nimenselvennys: \_\_\_\_\_

## Suostumus opinnäytetyön tutkimukseen

**Tutkimuksen nimi:** Kävelyn parametrien vertailu 10 metrin ja 400 metrin kävelymatkojen välillä yli 65-vuotiailla.

**Tutkimuksen tekijät:**

Markus Muikku, fysioterapeuttiopiskelija.

Venla Viinijoki, fysioterapeuttiopiskelija.

**Tutkimuksen kuvaus:** Tutkimus tehdään opinnäytetyötä varten. Tutkimuksessa on tarkoitus kävellä 10 ja 400 metrin pituiset kävelymatkat. Tutkimuksen aikana teillä on jalassaan MoveSole-älypohjalliset, jotka mittaavat opinnäytetyössä vertailtavia kävelyn parametrejä. Opinnäytetyön tarkoitus on selvittää, esiintyykö kävelyn parametreissa muutoksia tutkittujen kävelymatkojen välillä hyödyntämällä MoveSole-älypohjallisia. Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa tietoa kävelyn tutkimiseen ja mittaamiseen fysioterapiassa. Tutkimuksen tulokset julkaistaan nimettöminä.

Suostun osallistumaan opinnäytetyön tutkimukseen vapaaehtoisesti. Minulla on oikeus keskeyttää tutkimus ilman, että minun täytyy perustella. Olen tietoinen, että tietoni jäävät vain tutkijoiden tietoon, ja ne hävitetään tutkimuksen päätyttyä. Olen saanut ohjeet sähköpostitse tutkimukseen osallistumisesta.

Annan luvan, että tietojani käytetään kyseiseen tutkimukseen.

Päiväys: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_\_

Tutkittavan allekirjoitus ja nimenselvennys: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_