



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Maija Koskinen

Sähköavusteinen kävelyharjoittelu fysioterapian tukena AVH-kuntoutuksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapia (AMK)

Fysioterapeutti

Opinnäytetyö

7.1.2019

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Maija Koskinen Sähköavusteinen kävelyharjoittelu fysioterapian tukena AVH-kuntoutuksessa 38 sivua + 1 liite 7.1.2019
Tutkinto	Fysioterapia (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Fysioterapeutti
Suuntautumisvaihtoehto	Fysioterapia
Ohjaajat	Fysioterapian lehtori Sirpa Ahola Fysioterapian lehtori Leena Piironen
<p>Aivoverenkiertohäiriöllä (AVH) tarkoitetaan aivoverisuonten ja aivoverenkierron sairauksia. AVH:n seurauksena esiintyy useita toiminta- ja liikuntakykyä haittaavia tekijöitä, kuten motorista heikkoutta, vaikeutta suorittaa tahdonalaisia liikkeitä ja havainnoinnin häiriöitä. Omaehtoisuuden ja elämänlaadun kannalta yksi tärkeimmistä, ellei jopa tärkein harjoitettava toiminto AVH:n jälkeen on itsenäinen kävelykyky. Tässä opinnäytetyössä keskitytään sähköavusteiseen kävelyharjoitteluun subakuutin AVH:n kuntoutuksessa fysioterapian tukena. Sähköavusteisella kävelyharjoittelulla tarkoitetaan sähköllä avustettua, painokevennettyä kävelyharjoittelu. Tämä kattaa niin erilaisten kävelyrobottien käytön, kuin myös sähkökäyttöisten valjaiden ja kävelymaton yhdistelmän käytön kävelyharjoittelussa. Suomessa on tehty yksittäisten laitteiden käyttöön liittyviä opinnäytetöitä, mutta laajempaa näkökulmaa antavaa kirjallisuuskatsausta ei ole vielä tehty.</p> <p>Työn tarkoituksena oli luoda systemaattista kirjallisuuskatsausta mukaileva laaja yleiskatsaus sähkö- ja robottivälineiden kävelyharjoittelun nykytilanteesta. Työ tehtiin yhteistyössä Helsingin Laakson sairaalan fysioterapian kanssa. Aineisto on kerätty alan luotettavista tutkimuksista, verkkojulkaisuista ja kirjallisuudesta. Tarkastelun kohteena ovat sähköavusteisen kävelyharjoittelun hyödyt, harjoittelun määrä ja laatu, kustannustehokkuus ja eri tutkimusten väliset ristiriitaisuudet. Opinnäytetyössä käytetyissä tutkimuksissa sähköavusteista kävelyharjoittelua on verrattu perinteiseen kävelykuntoutukseen.</p> <p>Tutkimusten mukaan sähköavusteisesta kävelyharjoittelusta hyötyvät etenkin ne kuntoutujat, jotka eivät pysty kävelemään itsenäisesti. Suurin hyöty saavutetaan yhdistämällä sähköavusteinen kävelyharjoittelu perinteiseen kävelykuntoutukseen. Harjoittelu on tuloksellisinta kolmen kuukauden sisällä sairastumisesta.</p>	
Avainsanat	aivoverenkiertohäiriö, kävely, kuntoutus, sähköavusteinen kävelyharjoittelu, robotiikka

Author	Maija Koskinen
Title	Electromechanical Assisted Gait Training as a Part of Physiotherapy and Rehabilitation of Cerebrovascular Disorders
Number of Pages	38 pages + 1 appendix
Date	January 2019
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Physiotherapy
Specialisation Option	Physiotherapy
Instructors	Sirpa Ahola, Senior Lecturer Leena Piironen, Senior Lecturer
<p>Cerebrovascular disorder refers to a group of conditions that can lead to a cerebrovascular event and restrictions in cerebral circulation. Cerebrovascular disorders often affect the person's mobility and ability to ambulate. Symptoms include motor weakness, difficulty to perform voluntary movements and trouble with perception. Walking is one of the most important factors that should be addressed during stroke rehabilitation because of its importance regarding independency and quality of life.</p> <p>The main object of this Bachelor's thesis was to research up-to-date information about electromechanical assisted gait training in subacute stroke rehabilitation. Electromechanical assisted gait training refers to electric power assisted, body weight supported training of gait and walking. This includes different types of robotic devices, and the combination of weight supporting harness and a treadmill. In Finland there has been a few previous studies focusing on specific type of gait training devices. This thesis was written to give an overall understanding of the current state of electromechanical gait training, instead of focusing on just one device.</p> <p>This study was carried out as a literature review following the principles of a systematic review and it was commissioned by Helsinki Laakso Hospital Department of Physiotherapy. The material for this study was collected from reliable sources of research and literature. Subjects of interest were the benefits of electromechanical gait assistance, the amount and quality of training, the cost-effectiveness and the conflicts between different research studies. Electromechanical assisted gait training was compared with traditional gait training in all of the researches used.</p> <p>According to the literature review, people in the first three months after stroke and those who cannot ambulate independently are the ones to benefit the most from electromechanical assisted gait training. It is optimal to combine electromechanical gait training with traditional gait training for the best results.</p>	
Key words	Cerebrovascular disorder, stroke, walking, electromechanical gait training, robotics

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Työn tarkoitus	1
3	Teoriataustan esittely	2
3.1	Aivoverenkiertohäiriö	2
3.2	Aivoverenkiertohäiriön kuntoutus	4
3.3	Robotiikka ja sen käyttö kävelyharjoittelussa	5
3.4	Painokevennetty kävelyharjoittelu mahdollistaa turvallisen liikkeen	8
3.5	Aivojen plastisiteetti ja tehtäväkeskeinen harjoittelu kuntoutuksessa	11
4	Työn eteneminen	12
5	Tiedonhaku	13
6	Aineiston tarkastelu	15
7	Tulokset	21
7.1	Erilaiset sähköavusteiset kävelylaitteet ja niiden käytön tehokkuus	21

7.2	Sähköavusteisen kävelyharjoittelun vaikutus liikunta- ja suorituskykyyn	24
8	Pohdinta	28
	Lähteet	32
	Liitteet	39

Opinnäytetyössä käytettyjen käsitteiden määritelmät

- AVH = Aivoverenkiertohäiriö. Yhteisnimitys aivoverisuonten tai aivoverenkierron sairauksille (Käypä hoito 2016.)
- RAGT = *Robot Assisted Gait Training* eli robottiaavusteinen kävelyharjoittelu.
- Sähköavusteinen kävelyharjoittelu = Sähköllä avustettu, painokevennetty kävelyharjoittelu. Tämä kattaa niin erilaisten kävelyrobottien käytön, kuin myös sähkökäyttöisten valjaiden ja kävelymaton yhdistelmän käytön kävelyharjoittelussa.

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena mukaillen systemaattisen katsauksen periaatteita ja työn tilaajana on Helsingin Laakson sairaalan fysioterapia. Kirjallisuuskatsauksessa ilmenee ajankohtainen koottu tieto sähköavusteisesta kävelyharjoittelusta ja kävelylaitteista ja niiden käytöstä AVH-kuntoutujien fysioterapiassa. Tässä opinnäytetyössä keskitytään subakuutin aivoverenkiertohäiriön jälkeiseen kävelyharjoitteluun. Katsauksessa käytettiin nykyaikaista saatavilla olevaa relevanttia tutkittua tietoa.

Robottiikkaa käytetään kuntoutuksen eri vaiheissa: akuuttivaiheessa, sairaalakuntoutuksessa, jatko- ja kotikuntoutuksessa. Tässä opinnäytetyössä keskitytään robotiikan käyttöön sairaalakuntoutuksessa. Tällä hetkellä suurin osa Laakson sairaalan neurologisten kuntutusosastojen potilaista on ikääntyneitä tai työiän loppupuolella. Tässä opinnäytetyössä keskitytään erityisesti näihin ikäryhmiin.

Aivoverenkiertohäiriön jälkitilassa esiintyy useita liikunta- ja toimintakykyä haittaavia tekijöitä. AVH vaikuttaa niin motoriikkaan, kognitioon, havainnointiin kuin myös sosiaaliseen ja psyykkiseen terveyteen. Yksi merkittävimmistä itsenäistä toimintakykyä tukevista toiminnoista on kävelykyky. Näin ollen kävelyn harjoittelulle AVH:n jälkeen on selkeä tarve. Sähköavusteinen kävelyharjoittelu on yksi harjoittelumenetelmä, joka tukee perinteistä fysioterapeuttista kuntoutusta.

Opinnäytetyötä varten allekirjoitettiin yhteistyösopimus Laakson sairaalan, Metropolian ja opinnäytetyön toteuttavan opiskelijan välillä.

2 Työn tarkoitus

Työn tarkoituksena oli luoda kattava yhteenveto ja koota ajankohtaista tietoa sähköavusteisesta kävelyharjoittelusta subakuutin AVH:n kuntoutuksessa. Keskustelu Laakson sairaalan fysioterapeuttien kanssa nosti esiin muutamia mielenkiinnon kohteita liittyen robotiikan käyttöön fysioterapian tukena ja erityisesti robottivälineeseen painokevennettyyn kävelyharjoitteluun. Tarkoituksena oli selvittää robotiikan ja sähköavusteisten kävelylaitteiden tuomat mahdolliset hyödyt ja haitat aivoverenkiertohäiriön kuntoutuksessa. Tarkoituksena oli myös selvittää robotiikan vaikutuksia käytännön työhön. Opinnäytetyössä pohdittiin, onko olemassa

yhteisymmärrystä siitä, millaisia harjoituskerran kestoja tai toistomääriä tulisi robotiikan käytössä noudattaa. Tarkoituksena oli myös selvittää, millaista toimintakykyä kuntoutujalta vaaditaan, jotta hän hyötyy robotiikan käytöstä kuntoutuksessa. Tarkastelun kohteeksi valitut aiheet koottiin kirjallisuuskatsaukseksi systemaattisen katsauksen periaatteita mukaillen.

3 Teoriataustan esittely

3.1 Aivoverenkiertohäiriö

Aivoverenkiertohäiriö (AVH) on joko pysyvän vaurion aiheuttava aivoinfarkti tai aivoverenvuoto tai ohimenevä, vielä korjaantuva häiriö eli TIA-kohtaus. Myös aivokasvain, aivovammat ja tulehdus aivoissa voivat aiheuttaa häiriötiloja. AVH johtaa aivojen toimintahäiriöön, jonka seurauksena ilmenee esimerkiksi motorisia, kielellisiä ja kognitioon vaikuttavia vaikeuksia.

Aivohalvaus eli stroke on perinteinen kliininen termi, jolla tarkoitetaan aivoinfarktin, lukinkalvonalaisen verenvuodon (SAV), aivojen sisäisen verenvuodon (ICH) tai aivolaskimoiden tromboosin aiheuttamaa aivotoiminnan häiriötä (Käypä hoito 2016).

Aivoinfarktilla tarkoitetaan äkillistä valtimon tukkeumaa, jonka seurauksena paikallinen osa aivojen kudoksesta jää ilman verenkiertoa. Tällöin valtimon alueen aivokudos jää myös ilman happea ja osa aivokudoksesta menee pysyvästi kuolioon. Vuonna 2013 aivoinfarktien osuus kaikista aivoverenkiertohäiriötapahtumista oli 79 %. (Käypä hoito 2016.)

Aivoverenvuodossa valtimosuoni repeää, jolloin verta voi vuotaa joko aivoaineeseen (ICH, intraserebraalivuoto) tai lukinkalvon alaiseen tilaan (SAV, subaraknoidaalivuoto). SAV:n aiheuttajana on tyypillisesti aivojen pinnalla olevan valtimon synnynnäisen pullistuman eli aneurysman repeäminen. Vaikka vuotanut veri vähitellen imeytyykin pois aivoista, on verenvuoto saattanut ehtiä aiheuttaa vakaviakin kudsvaurioita. (Käypä hoito 2016.)

Aivoverenkiertohäiriön yleisimpiä riskitekijöitä ovat korkea ikä, ateroskleroosi eli valtimoiden kovettumatauti, kohonnut verenpaine, diabetes, keskivartalolihavuus, tupakointi, liiallinen alkoholin käyttö ja suurentunut veren kolesterolipitoisuus. (Käypä hoito 2016; Aivoliitto n.d.)

Suomessa aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneita on vuonna 2015 arvioitu olleen noin 100 000 henkilöä. Vuosittain aivoinfarktin saa noin 18 000 ja aivoverenvuodon noin 1 800 suomalaista. 17 % potilaista sairastuu vuoden kuluessa uudelleen ja 25 % kuolee vuoden kuluessa sairastumisesta. Aivoverenkiertohäiriöihin kuolee vuodessa noin 4500 henkilöä. AVH on Suomessa kolmanneksi yleisin kuolinsyy, mutta kuolleisuus aivoverenkiertohäiriöihin on kuitenkin vähentynyt 20 vuodessa alle puoleen. Erityisesti aivoinfarktin akuuttivaiheen kehittyneen hoidon ansiosta kuolleisuus on vähentynyt merkittävästi, mutta väestön ikääntyessä sairastuneisuuden kuitenkin arvioidaan lisääntyvän. (Aivoliitto 2013.) Tämä tarkoittanee sitä, että aivoverenkiertohäiriöstä kuntoutuvia on jatkossa yhä enemmän. Näin ollen myös sairaalapaikkojen tarve kasvaa.

Aivoverenkiertohäiriö on myös kolmanneksi kallein kansantauti Suomessa. Hoitokustannukset yhden sairastuneen osalta ovat arviolta 21 000 euroa ensimmäisenä vuonna sairastumisesta ja elinikäiset hoitokustannukset ovat noin 86 000 euroa. Aivoverenkiertohäiriöt aiheuttavat noin 7 % terveydenhuollon kokonaismenoista. (Meretoja 2012.)

AVH-potilaista joka toiselle jää pysyvä haitta, puolelle heistä vaikea-asteinen. Joka neljäs toipuu täysin oireettomaksi, yli puolet omatoimiseksi ja joka seitsemäs tarvitsee laitoshoidoa. (Aivoliitto 2013.) Kolmen kuukauden kuluttua aivoinfarktista noin 50–70 % potilaista on toipunut päivittäisissä toimissaan itsenäisiksi (Käypä hoito 2016).

Aivoverenkiertohäiriön jälkitilat jaetaan kolmeen luokkaan; akuuttiin, subakuuttiin ja krooniseen. Akuutilla AVH:lla tarkoitetaan aikaa, jolloin potilaan tilanne ei ole vielä vakiintunut. Subakuutti vaihe alkaa, kun potilaan tilanne on vakaa ja jatkuu tapauskohtaisesti 3-6 kuukautta sairastumisesta. Subakuutin vaiheen aikana paraneminen on nopeinta. (Käypä hoito 2016.)

3.2 Aivoverenkiertohäiriön kuntoutus

Aivoverenkiertohäiriöön sairastuneista arviolta 45 % tarvitsee lääkinällistä kuntoutusta akuuttivaiheessa ja sitä seuraavina kuukausina (Aivoliitto 2013). Kuntoutuksen tarpeessa olevia potilaita arvioitiin olevan vuonna 2013 noin 30 000, mikä sisältää toimintakykyä ylläpitävän kuntoutuksen. Kuntoutumisen kesto, määrä ja laatu riippuvat AVH:n tyypistä ja sen vaikeusasteesta, sen aiheuttamista oireista, potilaan iästä, sairastumista edeltäneestä toimintakyvystä ja liitännäissairauksista. Potilaan oma motivaatio kuntoutukseen ja sosiaalinen verkosto vaikuttavat kuntoutuksen onnistumiseen. Aivoverenkiertoon sairastuneista noin joka neljäs on työikäinen. Työn asettamat vaatimukset onkin otettava työikäisillä huomioon kuntoutusta suunniteltaessa. (Aivoliitto 2013.)

Kuntoutuksen tavoitteena on toimintakyvyn parantuminen ja kudoksen vaurion aiheuttaman vajaatoiminnan korjaaminen ja haitan rajaaminen niin vähäiseksi kuin mahdollista. Spontaanisti tapahtuvaa paranemista pyritään edistämään ja virheellisiä asento- ja liikemalleja pyritään ehkäisemään. Kuntoutujalle valitaan tarpeen mukaan arkielämää helpottavat apuvälineet. Tärkeää on myös ottaa huomioon kuntoutujan ja lähiomaisten sopeutuminen uuteen tilanteeseen. (Soinila ym. 2001: 297.)

Aivohalvauksesta kuntoutuminen on nopeaa sairastumisen jälkeisten ensimmäisten viikkojen ja kuukausien aikana. Kuntoutumisen ennusteeseen vaikuttaa muun muassa kuntoutujan ikä ja henkinen primaaritaso. Jos halvaantuneessa alaraajassa on liikettä viikon kuluttua sairastumisesta, oppii kuntoutuja kävelemään 80 % todennäköisyydellä. (Soinila 2001: 297.)

Sairaaloissa on yleensä erillinen osasto neurologisille sairauksille tai erityinen aivohalvausyksikkö. Moniammatillinen kuntoutus alkaa käytännössä heti sairaalan vuodeosastolle saavuttaessa. Moniammatilliseen tiimiin kuuluu yleensä lääkärin lisäksi fysioterapeutti, neuropsykologi ja toimintaterapeutti. Potilas siirtyy kotiin, kun hänen arvioidaan selviytyvän kotioloissa. Kotoa käsin kuntoutus jatkuu kuitenkin tarvittaessa 2-3 kertaa viikossa, niin kauan kuin edistystä tapahtuu. Sen jälkeen tyypillisesti siirrytään ylläpitävään kuntoutukseen, joka voi jatkua 6-12 kuukautta. Kuntoutus on kuitenkin aina tapauskohtaista. (Atula 2017)

Perinteisesti AVH:n jälkeisessä fysioterapiassa harjoitetaan raajojen ja lihasten toimintaa ja tasapainoa. Lihaskuuden lisäksi tarvitaan usein virheellisten asentojen ja liikkeiden korjaamista. (Atula 2017.) Perinteiseen neurologisen potilaan kävelykuntoutukseen kuuluu yleensä useita toistoja sisältäviä maaten, istuen ja seisten tehtäviä harjoituksia. Seisten tehtävät harjoitukset tehdään tyypillisesti tasamaalla. Myös porraskävelyä harjoitellaan, kun kuntoutujan voimavarat riittävät siihen. Yksi käytetyistä lähestymistavoista on Bobath-menetelmä. Bobath-terapiassa fysioterapeutti avustaa käsillään liikkeen oikeaa suorittamista ja samalla estää hallitsemattomien refleksien aiheuttaman epänormaalin liikemallin. Samalla terapeutti antaa somatosensorisia aistiärsyksiä kehon avainalueille, esimerkiksi päähän, hartioille, käsiin ja jalkoihin. (Talvitie & Karppi & Mansikkamäki 2006: 358.)

Aivoverenkiertohäiriön kuntoutuksessa tärkeitä periaatteita ovat neuroplastisiteetin, eli aivojen muokkautuvuuden ymmärtäminen ja hyödyntäminen, tavoitteen asettaminen, intensiivinen ja tehtäväkeskeinen harjoittelu ja monialainen hoitoyhteistyö (Chang & Kim 2013: 175.)

3.3 Robotiikka ja sen käyttö kävelyharjoittelussa

Robotilla tarkoitetaan etukäteen ohjelmoitua, monitoimista laitetta, joka on suunniteltu liikuttamaan materiaaleja, osia tai välineitä erilaisten ohjelmoitujen liikkeiden avulla suorittaakseen tietyn tehtävän (Pignolo 2009: 955). Kuntoutuksessa käytettävät robotit ovat joko avustavia tai terapeuttisia robotteja. Avustavia robotteja käytetään korvaamaan tiettyä toimintaa, kun taas terapeuttisten robottien avulla voidaan suorittaa tehtäväkeskeisiä harjoitteita. Tässä opinnäytetyössä keskitytään pääasiassa terapeuttisiin robotteihin.

Robotit voivat olla joko ulkoisia, robotisoituja tukirankoja (engl. *exoskeleton*, *exo*= ulkoinen, *skeleton*= luuranko) tai end-effector-laitteita, joissa robottivarren viimeisen nivelen jälkeen kiinnittyy jokin työkalu, joka on tekemisissä ympäröivän materiaalin ja ympäristön kanssa. Laitteet ja robottivarren päässä oleva työkalu suunnitellaan aina tiettyä työtehtävää varten. Kävelyharjoittelussa käytetyt end-effector-laitteet toimivat siten, että potilaan jalat asetetaan polkimille, joiden liikeradat simuloivat askelluksen eri vaiheita kävellessä. Laitteille ei löytynyt varsinaista suomennosta, joten tässä opinnäytetyössä käytetään englanninkielistä end-effector-termiä. Terapeuttisessa harjoittelussa end-effector-laitteet toimivat siten, että ne kohdistavat mekaanista voimaa

raajojen distaaliin osiin (Mehrholtz 2012). Raajojen proksimaalisten nivelten kontrollointi näiden laitteiden avulla on kuitenkin rajoittunutta, mikä voi johtaa epänormaaleihin liikeratoihin. Tällaisten laitteiden etuina voidaan kuitenkin pitää helppoa asennusta ja suurten toistomäärien mahdollistamista. End-effector-laitteista esimerkkinä voidaan nostaa GaitTrainer GT1 ja siitä uudistettu versio GaitTrainer GT2 (Reha-Stim, Berliini, Saksa). GaitTrainer (Kuva 4.) koostuu jalansijoista, kaksinkertaisesta kampi- ja keiuvipujärjestelmästä sekä käyttäjän painoa keventävistä valjaista. Laite ohjaa askellusta ja keskivartalon pystysuuntaista ja vaakasuuntaista liikettä. Suurimmat erot kävely mattoharjoitteluun verrattuna ovat jalkojen pysyminen jalansijoilla ja kävelyn vaiheiden automatisointi. (Mehrholtz 2017.)



Kuva 1. Lokomat (FysioLine 2018)



Kuva 2. GaitTrainer GT2 (Reha Stim Medtec. Preliminary. 2018)

Eksoskeletonien eli robotisoitujen ulkoisten tukirankojen avulla voidaan kontrolloida yksittäisiä niveliä. Laitteiden avulla pystytään normalisoimaan ryhtiä ja liikettä. Nämä laitteet ovat monimutkaisia ja näin ollen myös kalliimpia kuin end-effector-laitteet. Robotisoidut ulkoiset tukirangat ovat ikään kuin sähköllä toimivia ortooseja. (Chang & Kim 2013: 174-175.) Yksi esimerkki eksoskeleton-laitteista on Lokomat (Hocoma Inc., Zurich, Sveitsi. Lokomat (kuva 3.) on sähköavusteinen kävelyortoosi, jossa on painoa keventävät valjaat. Lokomatia käytetään yhdessä kävelymaton kanssa. Robotti ohjaa käyttäjän alaraajoja ennalta ohjelmoidun, automatisoidun mallin mukaisesti. (Mehrholtz 2017.)

Suurimpana erona eksoskeleton- ja end-effector-laitteiden välillä voidaan siis pitää sitä, että eksoskeleton-laitteet liikuttavat lonkan, polven ja nilkan niveliä, kun taas end-effector-laitteessa jalat asetetaan polkimille, jotka simuloivat kävelyn vaiheita.

Robotit helpottavat monin tavoin harjoittelua ja etenkin tulosten seurantaa. Robottien avulla pystytään mittaamaan luotettavasti ja tarkasti fyysisiä ominaisuuksia kuten esimerkiksi nopeutta, tarkkuutta, voimaa ja kestävyyttä, joita ihmisen on muuten haastava mitata. Robotit pystyvät myös suorittamaan samaa toistuvaa tehtävää luotettavasti. Robotit eivät kuitenkaan ole samalla tavalla joustavia ja mukautuvia kuin

ihmiset. Myös ihmiskontaktiin olennaisesti liittyvät asiat kuten kommunikointi, korkean tason informaation prosessointi ja reagointi aistinvaraisiin huomioihin ovat roboteilla puutteellisia. (Pignolo 2009: 955.) Juurikin nämä samat ominaisuudet ovat usein puutteellisia myös aivoverenkiertohäiriön sairastaneilla henkilöillä.

Suurin hyöty, mitä robotiikasta kuntoutuksen yhteydessä saadaan ovat suuret toistomäärät sekä intensiivinen ja tehokas harjoittelu (Chang & Kim 2013: 174). Perinteisellä yhden fysioterapeutin avustamalla kävelyharjoittelulla ei yllätä vastaaviin toistomääriin.

Robotiikka on yksi nousevista alueista fysioterapian ja muun terveydenhoidon saralla ja se onkin kehittynyt samassa tahdissa muun teollisen robotiikan kanssa (Pignolo 2009: 956). Robotiikkaa kehitetään ja edistetään jatkuvasti ja myös valtio kannustaa robotiikan käyttöön. Valtioneuvoston periaatepäätöksen mukaan tavoitteena on hyödyntää yhteiskunnassa ja yrityksissä laajasti älykästä robotiikkaa ja automaatiota kaikilla palvelu- ja toimialoilla. Uudistuva sosiaali- ja terveydenhuolto on merkitty yhdeksi kehittämiskohteista. (Valtioneuvosto 2016.)

Fysioterapiassa robotiikkaa käytetään perinteisen fysioterapian tukena. Robottiaivusteista harjoittelua hyödynnetään erityisesti neurologisten kuntoutujien fysioterapiassa. Perinteisin menetelmin toteutettu neurologisten kuntoutujien fysioterapia on terapeutille aikaa vievää ja fyysisesti raskasta työtä. Tämä johtuu pitkälti AVH:n tuomista liikerajoitteista ja havainnoinnin häiriöistä, jotka täytyy ottaa harjoittelussa huomioon. (Carpino ym. 2018.)

3.4 Painokevennetty kävelyharjoittelu mahdollistaa turvallisen liikkeen

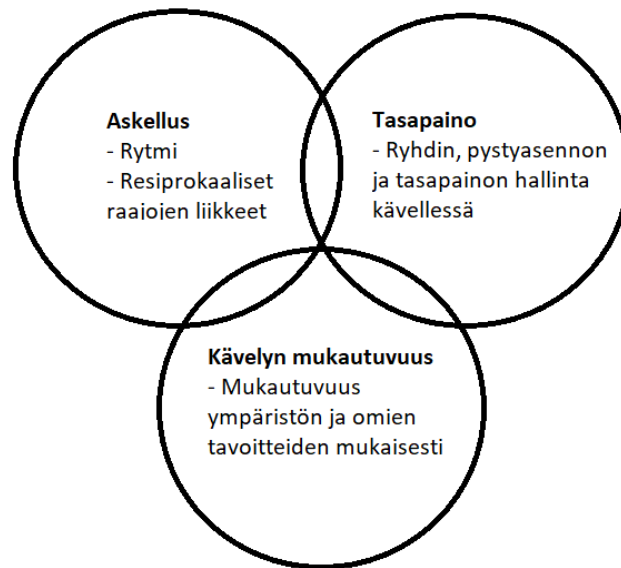
Painokevennetty kävelyharjoittelu tarkoittaa kävelyn harjoittamista niin, että osa kuntoutujan painosta eliminoidaan esimerkiksi kattoon kiinnitettävien valjaiden avulla. Kuntoutuja voi valjaiden turvin kävellä kävelymatolla tai tehdä harjoituksia pystyasennossa. Pystyasennon hallinta helpottuu, kun kehonpaino kevenee. Painokevennettyä harjoittelua voidaan hyödyntää jo varhaisessa kuntoutusvaiheessa, jo silloin kun kuntoutuja ei vielä pysty seisomaan omin avuin. (Talvitie ym. 2006: 270.) Myös kävelyharjoittelussa käytettävät robotit ja muut sähköavusteiset kävelylaitteet ovat osa painokevennettyä kävelyharjoittelua. Tässä opinnäytetyössä käytetään sateenvarjoterminä ”sähköavusteista kävelyharjoittelua” kuvaamaan sähköllä avustettua, painokevennettyä kävelyharjoittelua. Tämä kattaa niin erilaisten kävelyrobottien käytön, kuin myös sähkökäyttöisten valjaiden ja kävelymaton

yhdistelmän käytön kävelyharjoittelussa. Robottivusteisella kävelyharjoittelulla viitataan erityisesti puettavien, eksoskeleto-laitteiden käyttöön.

Aivoverenkiertohäiriön jälkitilassa voi esiintyä monia liikkumiskykyä haittaavia tekijöitä. Motorisen suorituskyvyn ongelmat luokitellaan motorisiin, sensorisiin ja kognitiivisiin häiriöihin. (Kauranen 2011: 290.) Yleisiä erityisesti kävelykykyyn vaikuttavia oireita ja liikehäiriöitä ovat toispuolihalvaus (hempiplegia, hemipareesi), oiretiedostamattomuus, havainnoinnin häiriöt, kuten neglect-oire (toispuolinen huomiotta jättäminen), apraksia eli vaikeus suorittaa tahdonalaisia tehtäviä ja pusher- oireyhtymä eli kuntoutuja pyrkii työntämään kehonsa painoa poispäin kehon terveeltä puolelta. (Talvitie ym. 2006: 370.) Sensoriset häiriöt aiheuttavat eriasteisia ongelmia ja muutoksia kehonkuvan muodostamisessa (Kauranen 2011). Aivoverenkierohäiriön jälkitilaan liittyy usein toispuolista spastisuutta (jäykkähalvaus), jonka myötä olkanivel ohjautuu sisäkiertoon ja yläraajan kyynärpää, ranne ja sormet ohjautuvat koukistuneeseen asentoon. Alaraajassa puolestaan tyypillisesti nilkka ja jalkaterä kiertyvät, polvessa on ojennusjäykkyyttä ja lonkka pysyy koukistuneena. Spastisuutta voi olla myös halvauspuolen keskivartalon lihaksissa. Kehon hahmottamisen vaikeuden ja spastisuuden myötä kehon painopiste siirtyy yleensä pois keskilinjalta ja kohti tervettä puolta. Näin ollen kuntoutuja asettaa tyypillisesti vähemmän painoa halvaantuneelle puolelle. Tämä näkyy esimerkiksi kävelyn epäsymmetrisyytenä ja myötäliikkeiden puuttumisena. Aivohalvauksen jälkioireet koskettavat usein kaikkia elämän osa-alueita, niin fyysisiä, psyykkisiä kuin sosiaalisiaakin. (Aivoliito 2011, Talvitie ym. 2006: 370.)

Jotta ihminen pystyy liikkumaan ja erityisesti kävelemään, tulee hänen hallita useita motorisia ja kognitiivisia tehtäviä (Timmermans ym. 2016). Esimerkiksi kävelyn tulee mukautua ympäristön mukaan, vaikkapa esteen väistäminen tai jalansijan löytäminen hankalakulkuisessa maastossa ovat edellytyksiä turvalliselle kävelylle. Kävellessä tulee löytää tasapaino, hallita kehoa ja ryhtiä, tukivaiheen aikana tulee pystyä tekemään painonsiirto tukijalalle ja heilahdusvaiheessa tuottaa voimaa siirtääkseen alaraajaa toisen ohi ja samalla ylläpitää stabiilitettä painovoiman vaikutuksesta huolimatta. Voimantuoton täytyy olla riittävä, jotta etenevä liike on sujuvaa. Kognitiivisia edellytyksiä ovat muun muassa motivaatio, kyky tehdä päätöksiä ja luoda strategioita sekä oppia ja muistaa liikemalleja. (Husemann ym. 2007.) Kaiken tämän voisi kiteyttää yhdellä termillä; kävelyn hallinta. Hallittua kävelykykyä on kuvattu kolmiosaisella mallilla (kuva 3.), jonka mukaan kävely koostuu kävelyn mukautuvuudesta, askeleen otosta ja tasapainosta. Erityisesti kyky mukauttaa kävelyä heikkenee AVH:n seurauksena. Kävelyn

mukautuvuus tarkoittaa kävelyn mukauttamista ympäristön, sen muutosten ja omien tavoitteiden mukaisesti. (Balasubramanian & Clark & Fox 2014.) Kävely voi olla erittäin vaikeaa tai jopa mahdotonta monille AVH-kuntoutujille motoristen ja kognitiivisten haasteiden takia. Myös kaatumisen riski kasvaa, kun kävelyn mukautuvuus ja sujuvuus heikkenee.



Kuva 3. Hallitun kävelyn kolmiosainen malli. (Mukaillen Balasubramanian & Clark & Fox 2014.)

Ne henkilöt, joilla on vaikeuksia mukauttaa kävelyä ympäristön ja omien tarpeiden mukaan hankalan paikan tullen joko välttävät kävelyä (turvallisuusstrategia) tai heillä on suurempi riski kaatua, mikäli he joutuvat kävelemään näissä haastavissa olosuhteissa. (Husemann ym. 2007.)

AVH- kuntoutujan kävelyharjoittelussa yksi suurimmista ongelmista on kaatumisen pelko (Kim ym. 2012). Pelko on seurausta edellä mainituista kognitiivisista ja motorisista ongelmista, joita AVH:n jälkitilaan liittyy. Kaatumista pelätään toimintakyvyn alenemisen ja itsenäisen toimintakyvyn menettämisen pelon takia. Myös kaatumisen aiheuttamien seuraamusten, kuten vammautumisen, pelätään olevan ristiriidassa oman identiteetin kanssa. Kaatumisen pelon on todistettu vaikuttavan monella tapaa ihmisen fyysiseen, psyykkiseen ja psykososiaaliseen hyvinvointiin. Kaatumisen pelkoon on liitetty kasvanut riski kaatumiselle, fyysisen ja psyykkisen terveyden alentuminen, tasapainon ja

askelluksen ongelmat, aktiviteettien vähentäminen ja välttely, sosiaalisen kanssakäymisen vähentyminen, masennus ja alentunut elämänlaatu. (Scheffer ym. 2008.)

Vaikka kaatumisen riski on korkeampi AVH-kuntoutujilla, pelko ei saisi estää kävelyn harjoittelua. Robottivusteisella painokevennetyllä kävelylaitteella voidaan luoda turvallinen tapa harjoitella kävelyä. Kävelyrobotin tai sähköavusteisen kävelylaitteen avulla voidaan säätää painonkevennyksen määrää, harjoituksen vastusta ja nopeutta. Kävelyrobotti ohjaa kehonhallintaa ja pystyasentoa, askellusta, koordinaatiota, kävelynopeutta ja oikein ajoitettua voimankäyttöä ja painonsiirtoa. Ideana on, että harjoittelu noudattaa motorisen oppimisen periaatteita ja harjoitteet ovat mahdollisimman lähellä toivottua oppimistulosta. Toisin sanoen kävelyharjoittelu toteutetaan normaalin kävelyn mallin mukaisesti. Robottivusteisten kävelylaitteiden avulla harjoituksen vaikeusastetta voidaan säätää ja harjoitteet voidaan toteuttaa tehtäväkeskeisesti. Lisäksi toistojen määrä ja harjoituksen intensiteetti pyritään optimoimaan kävelylaitteiden avulla. (Husemann ym. 2007.) Turvallisen harjoitteluympäristön avulla voidaan hälventää kaatumisen pelkoa ja näin ollen kannustaa kuntoutujaa liikkumaan.

Mahdollisimman hyvä liikunta- ja toimintakyky lisää omatoimisuutta ja sen myötä myös parantaa kuntoutujan elämänlaatua (Pyöriä ym. 2015). Vaikka jo pelkästään omin avuin seisominen voi tuottaa AVH-kuntoutujalle vaikeuksia, tulisi pystyasentoa ja kävelyä kuitenkin harjoittaa. Pystyasennolla on monia terveyttä edistäviä vaikutuksia; lyhentyneiden lihasten venyminen, spastisiteetin väheneminen, kun raajoille laitetaan painoa, lihasten vahvistaminen, suolen ja rakon toiminnan normalisointi, painehaavojen ehkäisy ja ortostaattisen hypotension (lyhytaikainen huimaus ylös noustessa) lievittäminen (Logan ym. 2018). Näin ollen pystyasennon ja kävelyn harjoittelulle aivoverenkiertohäiriön jälkeen on selkeä tarve.

3.5 Aivojen plastisiteetti ja tehtäväkeskeinen harjoittelu kuntoutuksessa

Kuntoutuksessa käytettävä tehtäväkeskeinen harjoittelu (engl. *task-specific training, repetitive task practice*) keskittyy toiminnallisten tehtävien suorituksen parantamiseen tavoitteellisen harjoittelun ja toiston avulla. Ideana on ennemminkin harjoittaa toimintaa, kuin keskittyä vamman tai liikuntarajoitteen hoitamiseen. Tavoitteeksi voidaan siis asettaa esimerkiksi kävelyn oppiminen. Tällöin keskitytään liikemallin tai toiminnan oppimiseen, ei niinkään esimerkiksi lihasvoiman harjoittamiseen, joka sinänsä voisi olla yksi AVH-kuntoutujan tavoitteista. Tehtäväkeskeisessä harjoittelussa tavoitteiden tulee

tähdätä toimintaan ja ne tulee yhdistää arkipäiväisiin toimintoihin. (Hubbard & Parsons & Neilson & Carey 2009.) Tehtäväkeskeisessä harjoittelussa tähdätään motoriseen oppimiseen. Motorisella oppimisella tarkoitetaan harjoittelun ja kokemusten aikaansaamia sisäisiä prosesseja, jotka johtavat melko pysyviin muutoksiin motorisia taitoja vaativissa suorituksissa. Motorisen oppimisen avulla ihminen sopeutuu ympäristön vaatimuksiin, mukautuu ympäristön asettamiin vaatimuksiin ja toimii ympäristön vaatimalla tavalla. (Kauranen 2011: 291.)

Merkittävimpana tekijänä tehtäväkeskeisessä harjoittelussa pidetään neuroplastisiteettia, eli aivojen ja hermoverkoston muokkautumista harjoitusten, oppimisen ja kokemusten seurauksena. Aivoilla on siis kyky uudelleen järjestäytyä ja näin ollen vastata ympäristön, käyttäytymisen ja vaaditun osaamisen asettamiin tarpeisiin. Tämä kyky säilyy niin terveillä, kuin vaurioituneillakin aivoilla ja on täten hyödynnettävissä vakavienkin aivovaurioiden jälkeen. (Hubbard ym. 2009.) Toisin sanoen plastisiteetti tarkoittaa neuronien synapsiyhteyksissä tapahtuvia jatkuvia lyhytaikaisia muutoksia, jotka pitkällä aikavälillä johtavat hermosolujen yhteyksien pysyviin muutoksiin. Hermoverkoston muutoksiin, oppimiseen ja signaalin välittymiseen synapseissa vaikuttavat erilaiset neuronin toimintaa edistävät tukiaktiiviteetit, eli neuronin toimintaa kiihdyttävät, laajentavat ja synkronoivat tekijät. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi motivaatio, vireystila, tarkkaavuus ja lääkkeet. (Kauranen 2011: 317-318).

AVH:n jälkeistä fysioterapiaa tutkineen systemaattisen katsauksen mukaan fysioterapian tulisi keskittyä AVH:n jälkeisessä kuntoutuksessa tehtäväkeskeisyyteen ja suuriin toistomääriin. Tutkimuksessa kuitenkin huomautetaan, että harjoituksen vaikutukset rajoittuvat pitkälti harjoiteltuun toimintaan ja aktiiviteetteihin (Veerbeek ym. 2014.) Siksi valitut harjoitukset tulisikin kohdistaa niin, että ne liittyvät kuntoutujalle tärkeisiin toimintoihin.

4 Työn eteneminen

Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, joka mukailee systemaattisen katsauksen periaatteita. Aineistona käytettiin mahdollisimman uutta ja relevanttia, 2000-luvulla tuotettua tutkimusmateriaalia luotettavista lähteistä. Aineiston tuli olla helposti saatavilla maksutta ja kokonaisina teksteinä. Aineisto haettiin eri tietokannoista ja sisäänotto- ja poissulkukriteerit päätettiin ennalta. Kriteerit tarkentuivat

opinnäytetyöprosessin edetessä, ja ne kuvataan taulukossa 2. Aiempana esiteltyt tutkittavat aiheet ovat opinnäytetyöhön sisällytettäviä asioita.

5 Tiedonhaku

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda kattava kuva robotiikan käytöstä AVH-kuntoutujien kävelyharjoittelun tukena fysioterapiassa. Tiedonhaku, valitut tutkimukset ja systemaattiset katsaukset sekä esille nostetut asiat on valikoitu Laakson sairaalan fysioterapeuttien toiveita kunnioittaen.

stroke AND (robot OR robotics) AND (gait OR walking) AND rehabilitation
subacute AND stroke AND gait AND robot
robot gait training stroke
Lokomat stroke rehabilitation
electromechanical gait stroke

Taulukko 1. Käytetyt hakusanat.

Hakustrategiaa ja mahdollisimman kattavia tuloksia tuottavia hakusanoja harjoiteltiin ennen virallista tiedonhakua. Haku suoritettiin englannin kielellä vapaasanahakua ja Boolean operaattoreita hyödyntäen. Haku tehtiin PICO-strategiaa (Jensen 2018) mukaillen (PICO= P=potilas, I=interventio, C=comparison eli vertailu, O=outcome eli tulokset). Käytetyt hakusanat ovat eriteltynä taulukossa 1. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit määritettiin ennen tiedonhakua ja ne tarkentuivat haun edetessä. Kriteerit on esitelty taulukossa 2. Nämä kriteerit koskevat Aineiston tarkastelu –osiossa esiteltyä materiaalia. Opinnäytetyön teoriaosuudessa on käytetty vapaammin myös muita hakusanoja ja –strategioita.

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
AVH, aivoinfarkti, aivoverenvuoto	Muut neurologiset sairaudet ja häiriöt
Tutkimus sisältää subakuutteja tapauksia	Tutkimus sisältää vain akuutteja tai kroonisia tapauksia
Tutkimuksessa tutkittu kävelyharjoittelua	Yläraajojen kuntoutus
Tutkimuksessa kontrolliryhmä	Tapaustutkimus ilman verrokkiryhmää
Koko teksti helposti saatavilla	Maksullinen teksti, pelkkä abstrakti
Sähköavusteinen tai robottivasteinen terapia kävelymaton kanssa tai ilman	Käytettyä robottia ei ilmoitettu tai pelkkä kävelymattoharjoittelu
Alle 10 vuotta sitten julkaistu tutkimus	Yli 10 vuotta sitten julkaistu tutkimus
Suomen- tai englanninkielinen tutkimus	Muu kuin suomen- tai englanninkielinen tutkimus
Tutkimuksen kohteena aikuiset ihmiset	Tutkimuksen kohteena eläimet

Taulukko 2. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Virallinen tiedonhaku suoritettiin 18.7.2018 PubMed, PEDro ja ResearchGate –tietokannoista. Opinnäytetyöhön lisättiin myöhemmin uusia, vasta julkaistuja tutkimuksia.

Laakson fysioterapeuttien toiveesta opinnäytetyön aineistohaussa on keskitytty pääsääntöisesti yli 50-vuotiaisiin subakuutteihin AVH-kuntoutujiin. Iän rajaus ja subakuutteihin tapauksiin keskittyminen olisi kuitenkin pudottanut pois relevanttia tutkimusmateriaalia laajoista tutkimuksista, joissa tarkasteltiin kaikkia tapauksia huolimatta iästä (tutkittavat aikuisia) ja sairastumisesta kuluneesta ajasta. Koska kyseiset tutkimukset kuitenkin sisälsivät subakuutteja ja yli 50-vuotiaita kuntoutujia, päätettiin ne sisällyttää opinnäytetyön aineistoihin. Aineiston tarkastelu –kappaleessa on kerrottu jokaisen tutkimuksen kohdalla, mikäli tutkimusta tarkastellessa tulee ottaa huomioon iän tai sairastumisen tilan tuomat mahdolliset vaikutukset tuloksiin.

Opinnäytetyöhön on pyritty valikoimaan mahdollisimman laadukasta tutkittua tietoa. Sisäänotto- ja poissulkukriteereillä on pyritty rajaamaan aineistot mahdollisimman relevanteiksi ja nykyaikaisiksi. Opinnäytetyötä varten otettiin tarkasteltavaksi vain alle 10 vuotta sitten julkaistut tutkimukset, jotta tieto olisi mahdollisimman uutta ja nykypäivään sovellettavaa. Tutkimuksia tarkasteltiin PEDro –asteikko (PEDro 2018) ja Cochrane Risk of Bias Tool (Cochrane n.d) –riskin arvioinnin apuväline mielessä pitäen. Molempien apuvälineiden tavoitteena on kartoittaa satunnaistetun kontrolloidun tutkimuksen (RCT) luotettavuutta.

6 Aineiston tarkastelu

Tähän opinnäytetyöhön valittiin mukaan yhteensä 12 tutkimusta, joista 7 on satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia (RCT), 3 systemaattista katsausta, yksi meta-analyysi ja yksi tapaus-verrokkitutkimus. Taulukossa 3 on esitelty yksittäisten tutkimusten taustatiedot, mukaan lukien tutkimuksen tarkoitus, tutkimusasetelma, tutkittavien kuvaus lyhyesti, käytetyt laitteet ja mittarit, kuvaus harjoittelumenetelmistä ja keskeisimmät tulokset. Taulukossa 4 on esitelty laajempien katsausten taustatiedot.

Tekijä, vuosi, paikka	Tarkoitus	Tutkimusasetelma ja tutkittavat	Käytetyt laitteet ja mittarit	Harjoittelun kuvaus	Keskeiset tulokset
Bergmann ym. 2018a, Saksa	Tarkoituksena arvioida 2 viikon RAGT-terapiajakson vaikutusta pusher- eli työntöoireyhtymään.	Yksöissokkoutettu satunnaistettu kontrolloitu tutkimus kahdella rinnakkaisella hoitoryhmällä. Tutkittavilla subakuutti AVH. Sairastumisesta 3 vkoa – 6 kk. Kaikilla pusher-oireyhtymä. Ikä 18-90v, keskimäärin 72v. N=30 Interventoryhmä N=15 Kontrolliryhmä N=15	Kävelylaitteena Lokomat. Tärkeimpänä tutkimuskysymyksenä oli, onko ryhmien välillä eroja pusher-käyttäytymisessä heti intervention jälkeen tai 2 vkon jälkiseurannan aikana. Käytettyinä mittareina Scale for Contraversive Pushing, Burke Lateropulsion Scale.	Molemmat ryhmät harjoittelivat 5 kertaa viikossa, kahden viikon ajan. Interventoryhmä harjoitteli Lokomatilla 60 min kerrallaan. Kontrolliryhmä sai perinteistä fysioterapiaa, jossa keskityttiin ryhtiin ja aktiivisiin liikkeisiin.	Tutkimuksen mukaan RAGT vähentää merkittävästi pusheroireita verrattuna kontrolliryhmän perinteiseen harjoitteluun. Interventoryhmässä tulokset paranivat erityisesti pusher-oireiden vähenemisen ja tasapainon suhteen.
Bergmann ym. 2018b, Saksa	Tarkoituksena arvioida robottivusteisen kävelyharjoittelun mielekkyyttä lisätyn virtuaalitodellisuuden kanssa ja ilman. Lisäksi tarkoitus arvioida laajemman satunnaistetun kontrolloidun tutkimuksen toteutettavuutta.	Yksöissokkoutettu satunnaistettu kontrolloitu pilottitutkimus kahdella rinnakkaisella hoitoryhmällä. Tutkittavilla subakuutti AVH, sairastumisesta 3 vkoa – 6 kk. Kaikilla hemipareesi. Ikä keskimäärin 63v. N=20 Interventoryhmä N=10 Kontrolliryhmä N=10	Kävelylaitteena Lokomat, jonka yhteydessä peliä katseltiin 42- tuumaiselta näytöltä. Käytettyinä mittareina Functional Ambulation Category (FAC) ja motivaation osalta harjoituksen kesto ja Intrinsic Motivation Inventory (IMI).	Molempien ryhmien jäsenet saivat RAGT:ia yht. 12 kertaa, 3 kertaa viikossa, 4 viikon ajan. Interventoryhmän harjoitteluun lisättiin virtuaalipeliä.	Virtuaalitodellisuuden lisääminen RAGT:iin lisäsi harjoittelun mielekkyyttä ja kuntoutujien motivaatiota harjoitteluun, vähensi harjoittelun keskeyttämisen todennäköisyyttä ja kasvatti harjoitteluaikaa.
Chang ym. 2012, Korea	Tarkoitus verrata robottivusteisen ja perinteisen fysioterapian vaikutuksia kardiopulmonaaliseen (sydän- ja keuhko) kuntoon subakuuteilla AVH-kuntoutujilla.	Satunnaistettu kontrolloitu yksöissokkoututkimus. N=37 (interventoryhmä N=20, kontrolliryhmä N=17) Aikaa AVH:sta 1 kk.	Kävelylaitteena Lokomat. Tärkeimpinä mittareina Functional Ambulation Category (FAC), Fugl-Meyer Assessment Scale (FMA-L, alaraajojen osuus ja Motricity-Index	Kaksi fysioterapiasessiota päivittäin, 5 päivänä viikossa, kahden viikon ajan. Interventoryhmä: Progressiivista kävelyharjoittelua Lokomat-laitteella, 40 min kävelyä + 60 min perinteistä fysioterapiaa	Interventoryhmän maksimaalinen hapenottokyky parani 12,8% verrattuna kontrolliryhmään. Myös FMA-L tulos parani. Tutkimuksen mukaan kävelyssä avustettavien kuntoutuksessa voidaan käyttää robottivusteista kävelyharjoittelua kehittämään

				Kontrolliryhmä: Perinteistä kävelyyn keskittyvää fysioterapiaa Bobath-metodein 40 + 60 min.	kardiopulmonaarista kuntoa ja alaraajojen lihasvoimaa. Tämä kuitenkin vaatii yli kaksi viikkoa yhtäjaksoista, progressiivista harjoittelua.
Chua & Haines & Perry, 2016, Singapore	Tarkoituksena mitata sähköavusteisen kävelyharjoittelun vaikutuksia elämänlaatuun ja terveydentilaan sekä arvioida harjoittelun kustannustehokkuutta	Yksöissokkoutettu satunnaistettu kontrolloitu tutkimus. N=106 Interventoryhmä: N=53 Kontrolliryhmä: N=53 Sairastumisesta keskimäärin 1 kk, kaikki tutkittavat kävelyssä avustettavia, ikä keskimäärin 61v.	Käytetty kävelylaitte Gait Trainer Käytetyt mittarit olivat Stroke Impact Scale, FAC, Barthel Index (BI), kävelynopeus, kävellyn matkan pituus suhteessa aikaan. Mittaukset suoritettiin tutkimuksen alussa ja 4., 8., 12., 24. ja 48. viikon kohdalla.	Interventoryhmä sai 20min sähköavusteista kävelyharjoittelua ja 25 min perinteistä fysioterapiaa, kontrolliryhmä sai 45min perinteistä kävelyyn keskittyvää fysioterapiaa. Molempien ryhmien osallistujat saivat terapiaa 6 päivänä viikossa, 8 viikon ajan.	Molemmat metodit osoittautuivat tehokkaiksi kävelyn kuntoutustavoiksi. Kustannusarviota verrattiin saatuihin mittauksiloksiin ja niiden mukaan sähköavusteisen kävelyharjoittelun käyttö yhdistettynä perinteiseen fysioterapiaan on kustannustehokkaampaa kuin pelkkä perinteisen fysioterapian käyttö kuntoutusmenetelmänä. Tulosten yleistettävyyden suhteen on huomioitava laitteiston käyttökertojen määrä sen elinkaaren aikana ja hoitohenkilökunnan palkkakustannukset.
Chung, 2017, Hong Kong	Tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida RAGT:n vaikuttavuutta subakuuttien AVH-kuntoutujien toiminnallisiin tuloksiin.	Retrospektiivinen tapaus-verrokkitutkimus Sairastumisesta 4-31 vuorokautta, N=41 Interventoryhmä: N=14 Kontrolliryhmä N=27	Käytetty kävelylaitte Lokomat. Mittareina Modified FAC Modified Rivermead Mobility Index (MRMI), Bergin tasapainotesti (BBS), MBI	Interventoryhmän kuntoutujat saivat RAGT-terapiaa 3-5 kertaa vkossa, 15-30 min ajan. Kontrolliryhmän kuntoutujat saivat perinteistä fysioterapiaa. Molempien ryhmien kuntoutujien terapian kesto oli 60-90 minuuttia kerrallaan.	Tutkimuksen perusteella AVH-kuntoutujat voivat hyötyä RAGT:sta kävelykyvyn, liikkuvuuden ja tasapainon suhteen. Arkisiin toimintoihin (ADL) RAGT-terapiasta vaikuttaa olevan yhtä paljon hyötyä kuin perinteisestä kuntoutuksista.
Duncan ym. 2011, USA	Tutkimuksen tarkoituksena kartoittaa painokevennetyn kävelymattoharjoittelun vaikuttavuutta ja harjoittelun oikeaa ajoitusta.	Kolmivaiheinen yksöissokkoutettu satunnaistettu kontrolloitu tutkimus. Sairastumisesta alle 2 kk, keskimääräinen ikä 62v. Kaikilla keskivaikkea tai vaikea kävelykyvyn häiriö. N=408.	Kävelylaitteena painokevennetty kävelylaitte Robomedia ja kävelymatto. Päätulosmuuttujana itsenäisen kävelyn nopeus. Toissijaisina 10m ja 6 min kävelytestit, Fugl-Meyer Assessment	90 minuuttia harjoittelua, 3 kertaa viikossa, 12-16 viikon ajan. Painokevennetty kävelyharjoittelu 20-30 min kerrallaan, jonka jälkeen 15 min tasamaalla kävelyä.	Ryhmien välillä ei ollut merkittäviä eroja. 52% kaikista tutkittavista kohensivat vuoden aikana kävelyn toiminnallista tasoa, kävelynopeutta, kävelymatkaa ja otettujen askelten määrää. Myös tasapaino, ADL, fyysinen liikkuvuus ja osallistuvuus paranivat merkittävästi.

		Jako kolmeen ryhmään: Aikainen kävelyharjoittelu (harjoittelun aloitus 2 kk sairastumisesta): N=139 Myöhäinen kävelyharjoittelu (harjoittelun aloitus 6 kk sairastumisesta): N=143 Kotiharjoittelu (harjoittelun aloitus 2 kk sairastumisesta): N=126.	of Motor Recovery alaraajoille, BBS, the Activities-Specific Balance Confidence Scale, the Activities of Daily Living–Instrumental Activities of Daily Living (ADL–IADL) Scale, ja Stroke Impact Scale fyysisen liikkuvuuden ja osallistuvuuden osalta. Osallistujat tutkittiin ennen aloitusta, 6 kk ja 12 kk kohdalla.	Kotiharjoitteina tehtäväkeskeisiä itsenäiseen kävelyyn tähtäviä harjoitteita.	Tutkimuksen mukaan interventio 2 kuukautta sairastumisen jälkeen saattaa vauhdittaa kävelykyvyn kehitystä.
Mayr ym. 2018, Italia	Tarkoituksena verrata robottiväestöisen ja perinteisen fysioterapian vaikutusta liikkumiskykyyn AVH-potilaiden kuntoutuksessa.	Yksöissokkoutettu satunnaistettu kontrolloitu tutkimus. Kaikilla tutkittavilla iskeeminen aivohalvaus. Alle 8 viikkoa sairastumisesta, ikä keskimäärin 67 v. N=74 Interventoryhmä N=37 Kontrolliryhmä N=37	Kävelylaitteena Lokomat. Mittareina Modifioitu Emory Functional Ambulation Profile, The Rivermead Motor Index, The Mobility Milestones ja The Hochzirl Walking Aids Profile. Arvioinnit 2., 4., 6. ja 8. viikon kohdalla.	Harjoittelu 8 vkoa, 5 päivää viikossa, 2h ajan. Molempien ryhmien tutkittavat saivat 45min samaa harjoittelua ja sen lisäksi kävelyharjoittelua.	Molemmat kuntoutusmenetelmät osoittautuivat yhtä tehokkaiksi. Robottiväestöisen kävelyterapian ei havaittu olevan parempi vaihtoehto verrattuna perinteiseen fysioterapiaan.
Taveggia ym. 2016, Italia	Tutkimuksen tarkoituksena on vertailla AVH:n kuntoutuksessa käytettävää sähköavusteista kävelyharjoittelua ja perinteistä fysioterapiaa keskittyen kävelykyvyn palautumiseen.	Satunnaistettu kontrolloitu kaksoissokkoutettu tutkimus. Tutkittavilla alle 6 kk sairastumisesta, kaikilla hemipareesi. Ikä keskimäärin 72 v. N=28. Interventoryhmä N=13 Kontrolliryhmä N=15	Kävelylaitteena Lokomat. 6 minuutin kävelytesti, 10m kävelytesti, Functional Independence Measure (FIM, mittaa avun tarvetta), The Item Short-form Health Form, Tinetti. Kaikki testattu ennen interventiota, välittömästi intervention yhteydessä ja 3kk jälkeen.	25 harjoittelukertaa jokaiselle, 5 päivää viikossa, 5 viikon ajan. Interventoryhmä: 60 min Bobath + 30 Lokomat Kontrolliryhmä: 60 min Bobath + 30 min kävelyharjoitteita	Interventoryhmä kohensi kävelynopeutta merkittävästi verrattuna kontrolliryhmään. Tasapaino parantui merkittävästi molemmissa ryhmissä. Molemmat kuntoutustavat ovat tehokkaita eikä kumpaakaan voi preferoida, kun puhutaan kävelykyvystä suorituksena. Tutkimuksen perusteella intensiivisellä ja toistuvalla harjoittelulla saavutettu kävelykyvyn kehitys säilyy vielä kuukausien jälkeen harjoittelusta.

Taulukko 3. Yksittäisten tutkimusten taustatiedot

RAGT= *Robot Assisted Gait Training*, robottiväestöinen kävelyharjoitteluFAC= *Functional Ambulation Category*, 6-luokkainen itsenäisen kävelykyvyn mittari. Luokituslomake kts. Liite 1.

Tekijä, vuosi, paikka	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusasetelma ja tutkittavat	Käytetyt laitteet	Tarkastellut mittarit	Keskeiset tulokset
Carpino ym. 2018, Italia	Tutkimuksen tarkoituksena on arvioida alaraajojen robottivusteisen kuntoutuksen tehokkuutta ja kustannuksia suhteessa perinteiseen lähestymistapaan. Tutkimuksessa verrataan puettavia robotteja (exoskeleton), liikutettavia robotteja (operational machine, end effector) ja perinteistä terapiaa.	Meta-analyysi. Aikuiset AVH-kuntoutujat, tutkittavien tilanteet vaihtelevat akuutista krooniseen. Kaikilla hemipareesi. Tarkastelussa 26 tutkimusta, N=1064 Ikä keskimäärin 48-72 ikävuoden välillä.	Lokomat, Gait Trainer, Gait Master4, AutoAmbulator. Harjoittelujen määrä vaihteli 2-5 kertaan viikossa, kesto 20-50 min.	Tärkein arviointikohde on itsenäisen kävelykyvyn saavuttaminen. Toiseksi tärkein on kävelynopeus. Myös mielekkyys otettu huomioon (keskeyttäneiden "drop-out" määrä)	Kaikissa tutkimuksissa sähköavusteinen kävelyharjoittelu oli tehokkaampaa kuin perinteinen kävelyharjoittelu. End-effector-laitteiden käyttö on kaikkein kustannustehokkainta ja tehokkaampaa kuin perinteinen kuntoutus. Se on myös kustannustehokkaampaa kuin puettavien exoskeleton-robottien käyttö ja kustannuksiltaan samaa tasoa, ellei jopa edullisempaa, kuin perinteinen kuntoutus. Exoskeletonit ovat kalleimpia käyttää, mutta niillä harjoittelu koetaan kaikkein mielekkäimmäksi.
Cho ym. 2018, Korea	Katsauksen tarkoituksena oli selvittää RAGT:n vaikutusta akuutin ja subakuutin AVH:n kuntoutuksessa. Erityisenä tavoitteena oli myös RAGT:n vaikutusten tunnistaminen käyttäen kävelyn arvioinnin työkaluja.	Systemaattinen katsaus. 7 tutkimusta valikoitui. N=220 (RAGT N=112, Kontrolli N=108). Ikä 40,4 – 80 v. Tutkittavilla subakuutti AVH, sairastumisesta alle 4 kk.	Lokomat (3 tutkimusta), G-Eo system, Walk-Around Gaiter, Gait Trainer, GAR	Kävelynopeus, 6/10 min kävelytesti, FAC, Tinetti, RMI, Timed Up and Go, BBS, BI, Functional Independence Measure	Ne potilaat, jotka saivat RAGT:a perinteisen fysioterapian ohella, saavuttivat todennäköisemmin itsenäisen kävelykyvyn. He, jotka eivät kykene itsenäisesti kävelemään hyötyvät RAGT:sta todennäköisesti eniten. Osa tutkimuksista osoitti merkittävän eron

					interventoryhmän tulosten paranemisessa verrattuna kontrolliryhmään, mutta osa ei. Siksi RAGT:n käytöstä ei ole konsensusta.
Mehrholz ym. 2017, Saksa	Tutkimuksen tarkoituksena selvittää sähkö- ja robottivusteisten laitteiden käyttöä ja niiden vaikutusta kävelykykyyn AVH-kuntoutujilla.	Cochrane-katsaus ja samalla päivitys vuonna 2007 julkaistulle katsaukselle. Katsauksessa tarkasteltiin 36 tutkimusta, N=1472. Ikä 48-76 ikävuoden välillä. Tutkittavat sairastaneet AVH:n. Katsauksessa yhdistetty akuutin, subakuutin ja kroonisen vaiheen kuntoutajat.	Lokomat (17 tutkimusta), Gait Trainer (9), AutoAmbulator (1), AnkleBot (1), G-Eo System (1), Hybrid Assistive Limb (1), kannettava kuntoutus robotti (1), Gait Master 4 (1), AlterG (1), kävelyä avustava robotti (1), Walkbot (1), Wearable exoskeleton Stride Management Assist system (1)	FAC, kävelynopeus, kävelykapasiteetti (kävelty matka suhteessa aikaan), sähköavusteisen kävelyharjoittelun mielekkyys (keskeyttäneiden määrän arviointi)	Katsauksen mukaan sähköavusteinen kävelyharjoittelu yhdistettynä perinteiseen kävelyharjoitteluun loi parhaat mahdollisuudet itsenäisen kävelykyvyn saavuttamiselle. Tämä ei kuitenkaan kasvattanut merkittävästi saavutettua kävelykapasiteettia tai kävelynopeutta. Käytetyillä laitteilla ei ollut merkittäviä eroja kävelykyvyn suhteen, mutta kävelynopeuden suhteen havaittiin merkittäviä eroja.
Mehrholz ym. 2012, Saksa	Tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla aivohalvauskuntoutujien sähköavusteista kävelyharjoittelua end-effector- ja eksoskeleton-laitteilla.	Systemaattinen katsaus yhdistetyillä analyysillä. 18 tutkimusta, N=885, keskimääräinen ikä 61v. Tutkittavilla hemipareesi. Sairastumisesta keskimäärin 11-14 kk Yhdeksässä tutkimuksessa (N=521) sairastumisesta oli korkeintaan 3 kuukautta.	End-effector (N=428): Gait Trainer GT1 (7 tutkimusta.) Eksoskeleton (N=457): Lokomat (10 tutkimusta), AutoAmbulator (1 tutkimus)	Tärkeimpänä tulosmuuttujana itsenäinen kävelykyky, FAC	End-effector laitteiden avulla harjoittelu on tehokkaampaa ja tuloksellisempaa kuin eksoskeleton-laitteiden avulla harjoittelu. Tutkimuksen mukaan laitteen valinta voi olla merkityksellinen harjoittelun vaikuttavuuteen.

Taulukko 4. Laajojen katsausten taustatiedot

7 Tulokset

7.1 Erilaiset sähköavusteiset kävelylaitteet ja niiden käytön tehokkuus

Italialaisessa (Carpino ym. 2018) tutkimuksessa verrattiin kolmea eri kävelyharjoittelua; puettavien robottien eli eksoskeletonien (Lokomat) ja end-effector-laitteiden (Gait Trainer GT1) avulla harjoittelua ja kotiharjoittelua perinteisin metodein. Tarkoituksena oli verrata AVH-kuntoutujien alaraajojen harjoittelumetodien kustannustehokkuutta. Meta-analyysin mukaan end-effector-laitteiden käyttö on verratuista harjoittelumetodeista kustannustehokkain. Kustannukset ovat vastaavat, ellei jopa edullisemmat kuin perinteisen kuntoutuksen kulut. End-effector-kuntoutus oli myös tehokkaampaa kävelykyvyn palautumisen ja kävelynopeuden kehittymisen suhteen verrattuna perinteiseen kuntoutukseen. Eksoskeletonien käyttö on kaikkein kalleinta, jopa 2-3 kertaa kalliimpaa kuin perinteinen kuntoutus, mutta niiden avulla harjoittelu koetaan mielekkäimmäksi. Erityisesti ryhmässä, jossa kävelyä harjoiteltiin eksoskeletonin (Lokomat) kanssa, keskeyttäneiden määrä oli alhainen. Eksoskeletonien käyttö koettiin mielekkääksi luultavasti siksi, koska terapeutti on jatkuvasti läsnä ja kannustamassa harjoittelun aikana, kävelyrobotti vähentää kuntoutujan fyysistä ponnistelua ja väsymystä ja harjoitteluympäristö koetaan turvalliseksi. Kävelykykynsä menettänyt kuntoutuja pystyy kävelemään robotin avustamana heti ensimmäisestä harjoittelukerrasta lähtien. Tällä on todennäköisesti positiivinen vaikutus kuntoutujan psyykkiseen hyvinvointiin ja se lisääntyy kuntoutujan itsevarmuutta ja motivaatiota harjoitteluun.

Tämä tutkimus on yksi ensimmäisistä, ellei jopa ensimmäinen julkaistu laaja katsaus, joka vertaa harjoittelumenetelmien kustannuksia. Tutkimuksen kustannukset on laskettu italialaisten arvioiden mukaan. Fysioterapeutin tuntikustannus on näin ollen 20 euroa tunnilta. Lokomatin ostohinnaksi on arvioitu 330 000 € ja Gait Trainer GT1 30 000 €. Vuotuinen huoltokustannus on oletettu olevan 10 % laitteen ostohinnasta. Laskelmat on laskettu niin, että laitteita käyttää joko yksi tai vaihtoehtoisesti kaksi terapeuttia, jolloin laitteen käyttökustannukset laskevat, kun käytettyjen tuntien määrä kasvaa. (Carpino ym. 2018.)

Kustannustehokkuutta arvioitiin myös toisessa opinnäytetyössä esiteltävässä tutkimuksessa (Chua & Haines & Perry 2016). Tutkimuksessa verrattiin sähköavusteista kävelyharjoittelua (Gait Trainer, GT1) perinteiseen fysioterapiaan. Näiden kahden

yhdistelmän havaittiin olevan kustannustehokkain harjoittelumetodi. Tätä tutkimusta tarkasteltaessa on otettava huomioon Singaporen ja Suomen eroavaisuudet esimerkiksi palkkojen ja muiden kustannusten suhteen. Vaikka tutkimuksessa oli huomioitu, että länsimaissa kustannukset saattavat olla korkeampia kuin Singaporessa, saattavat kustannusarviot silti olla erilaiset Suomessa. Yhden harjoituskerran (GT yhdistettynä perinteiseen fysioterapiaan) kustannuksiksi oli arvioitu S\$22,54 eli noin 14,2 € sisältäen henkilökunnan ajan ja välineistön hinnan. Perinteisen fysioterapian hinnaksi arvioitiin S\$27,35 eli noin 17,3 € per harjoituskerta. Laitteiston hinnan arvioitiin olevan S\$85 000 eli noin 57 000 € ja laitteiston käyttöiäksi arvioitiin 10 vuotta niin, että laitetta käytettäisiin 8 kertaa päivässä. Tutkimuksen mukaan, vaikka palkkoja nostettaisiin 20 % tai päivittäisiä laitteiston käyttömääriä vähennettäisiin 50 %, olisi GT silti kustannustehokkaampi vaihtoehto kuin pelkkä perinteinen fysioterapia. (Chua & Haines & Perry 2016.) Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan vertailtu erilaisia laitteita keskenään.

Saksalaisen systemaattisen katsauksen (Mehrholtz & Pohl 2012) tarkoituksena oli vertailla aivohalvauskuntoutujien sähköavusteista kävelyharjoittelua end-effector- ja puettavilla eksoskeleto-n-laitteilla. End-effector-laitteena käytettiin Gait Trainer GT1 –kävelylaitetta ja eksoskeleto-nina Lokomatia ja yhdessä tutkimuksessa AutoAmbulatoria. Tutkittavien lähtötilanteissa oli eroja kävelyn itsenäisyyden suhteen; end-effector-ryhmässä oli vähemmän itsenäisesti käveleviä verrattuna eksoskeleto-n-ryhmään. Vaikka tätä voidaankin pitää tutkimuksen rajoittavana tekijänä, voidaan myös havaita merkittävä tutkimustulos. End-effector-laitteita käyttänyt ryhmä saavutti korkeamman itsenäisen kävelykyvyn tason, kuin eksoskeleto-n-laitteita käyttänyt ryhmä. Tulosta voidaan tarkastella todisteena siitä, että eritasoisesti liikuntarajoitteiset potilaat reagoivat eri tavoin käytettyihin laitteisiin. Toisaalta tämä havainto voidaan tulkita johtuvan eksoskeleto-n-ryhmän kävelykyvyn kehittymiseen liittyvästä kattovaikutuksesta. Kattovaikutuksen mukaan, tässä tapauksessa, kävelykyky kehittyi eksoskeleto-n-laitteen avulla tiettyyn pisteeseen asti tehokkaasti, mutta sen jälkeen laitteen vaikutus vähenee, vaikka harjoittelun annostusta kasvatettaisiin.

Tutkimuksen tulosten mukaan end-effector-laitteiden käyttö olisi todennäköisesti kannattavampaa AVH:n jälkeisessä kävelykuntoutuksessa. Ei ole kuitenkaan täysin selvää, miksi juuri näiden laitteiden käyttö olisi kaikkein suotuisinta kävelykyvyn kannalta. Molemmilla laitetyypeillä on omat vahvuutensa ja heikkoutensa ja onkin tärkeää tarkastella laitteiden ominaisuuksia käyttäjien, käyttöympäristön ja käyttötarkoituksen mukaan. (Mehrholtz & Pohl 2012)

Chon ym. systemaattisessa katsauksessa tarkoituksena oli selvittää robottivusteisen kävelyharjoittelun vaikutusta akuutin ja subakuutin AVH:n kuntoutuksessa. Katsauksessa todetaan, että osa tutkimuksista osoitti merkittävän eron interventioryhmän tulosten paranemisessa verrattuna kontrolliryhmään, mutta osa ei. Siksi katsauksen mukaan ei siis ole konsensusta, onko RAGT-harjoittelu yleisellä tasolla tehokkaampaa kuin perinteinen kävelyharjoittelu. Katsauksen mukaan yhden fysioterapeutin työskentelystä saadaan kuitenkin tehokkaampaa RAGT:n avulla, sillä se vähentää terapeutin fyysistä rasitusta merkittävästi. (Cho ym. 2018)

Robottivusteinen kävelyharjoittelu todettiin jo aiemmin (Carpino ym. 2018) mielekkääksi kuntoutustavaksi. Bergmannin ym. tutkivat saisiko RAGT-harjoittelusta vieläkin mielekkäämpää. Tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida robottivusteisen kävelyharjoittelun mielekkyyttä lisätyn virtuaalitodellisuuden kanssa ja ilman. Tutkimuksessa kävelylaitteena käytettiin Lokomatia ja laitteeseen yhdistettiin 42-tuumainen näyttö. Kävelylaitteen ja näytön avulla kuntoutuja pelasi kävellessään peliä. Pelissä kuntoutujan tuli ohjata pelihahmoaan tietä pitkin ja suorittaa erilaisia tehtäviä kuten väistellä kiviä. Potilaan aktiviteettia arvioitiin mittaamalla alaraajojen vääntövoimaa (WIT, Weighted Interactin Torques) lonkkien ja polvien nivelten kohdalta. WIT-arvot olivat korkeat, jos potilas suoritti aktiivisen liikkeen ja matalat jos potilas oli passiivinen tai vastusti liikettä. Mitä aktiivisempi potilas oli, sitä nopeammin pelihahmo liikkui. Virtuaalitodellisuuden yhdistäminen robottivusteiseen kävelyharjoitteluun lisäsi harjoittelun mielekkyyttä, vähensi harjoittelun keskeyttäneiden määrää ja kasvatti harjoittelu-aikaa. (Bergmann ym. 2018b.) Pelin yhdistäminen kävelyharjoitteluun korostaa harjoittelun tehtäväkeskeisyyttä.

Tässä opinnäytetyössä esitellyissä tutkimuksissa on käytetty yhteensä 14 eri sähköavusteista kävelyharjoittelulaitetta. Käytetyt laitteet on eritelty jokaisen tutkimuksen kohdalla taulukoissa 3 ja 4. Selvästi tutkituin laite on Lokomat (Hocoma Inc., Sveitsi) ja toiseksi tutkituin on Gait Trainer GT 1 (Reha-Stim, Saksa). Tässä opinnäytetyössä on yhteensä 12 tutkimusta, joista kymmenessä oli käytetty Lokomatia ja viidessä Gait Traineria. Lokomat nousi myös laajoissa katsauksissa tutkituimmaksi laitteeksi. Esimerkiksi vuoden 2017 Cochrane-katsauksessa oli 36 tutkimusta joista 17 tutki Lokomatin käyttöä (Mehrholz ym. 2017).

7.2 Sähköavusteisen kävelyharjoittelun vaikutus liikunta- ja suorituskykyyn

Korealaisessa tutkimuksessa verrattiin robottivusteisen ja perinteisen fysioterapian vaikutuksia kardiopulmonaariseen, eli sydämen ja keuhkojen kuntoon subakuuteilla AVH-kuntoutujilla. Interventoryhmän maksimaalinen hapenottokyky parani 12,8 % verrattuna kontrolliryhmään. Myös alaraajojen liikuntarajoitetta mittaamaan tarkoitettun Fugl-Meyer Assessment Scalen tulos parani. Tutkimuksen mukaan kävelyssä avustettavien kuntoutuksessa voidaan käyttää robottivusteista kävelyharjoittelua kehittämään kardiopulmonaarista kuntoa ja alaraajojen lihasvoimaa. Tämä kuitenkin vaatii yli kaksi viikkoa yhtäjaksoista, progressiivista harjoittelua. (Chang ym. 2012)

Mao ym. (2015) arvioi tutkimuksessaan painokevennetyn kävelymattoharjoittelun jälkeen muutoksia tasapainossa, alaraajojen toimintakykyä ja spatiotemporaalisia askelparametreja 3D- liikeanalyysin avulla. Ensimmäisen ryhmän (Body Weight Supported Treadmill Training, BWSTT) jäsenet saivat perinteisen fysioterapian ohella painokevennettyä kävelymattoharjoittelua keskimäärin 30 minuuttia, viitenä päivänä viikossa, kolmen viikon ajan. Toinen ryhmä harjoitteli kävelyä perinteisin menetelmin (Conventional Therapy, CT). Osallistujia verrattiin terveeseen kontrolliryhmään. Molempien ryhmien tasapaino ja alaraajojen toimintakyky paranivat ilman merkittävää eroa ryhmien välillä. Liikkeen laatuun liittyvät parametrit kuitenkin kohenivat BWSTT-ryhmällä, kun taas CT-ryhmällä ei. Lonkan liikkuvuus parani merkittävästi BWSTT-ryhmällä lähtötilanteeseen verrattuna. Tutkimuksen mukaan painokevennetty kävelyharjoittelu voi parantaa AVH-kuntoutujan kävelyn laatua. Molemmat terapiamuodot kuitenkin parantavat tasapainoa ja toimintakykyä. Aerobisen kunnon on todettu korreloivan AVH-potilaiden toiminnallisen kuntoutumisen kanssa. Näillä potilailla motorinen heikkous, tuntopuutokset ja koordinaation vaikeudet johtavat usein alentuneeseen kardiopulmonaariseen kuntoon. Kunnon kohotus onkin erittäin tärkeää verenkierron ja hengitykseen liittyvien komplikaatioiden ehkäisyssä. (Mao ym. 2015.) Myös korealaisessa systemaattisessa katsauksessa nostetaan esille painokevennetyn robottivusteisen kävelyharjoittelun luoma mahdollisuus kokea pystyasento jo varhaisessa vaiheessa. Pystyasennon avulla voidaan vähentää energiankulutusta ja kardiorespiratorista kuormitusta. Tällä on vaikutusta erityisesti niiden AVH-kuntoutujien elämänlaatuun, joilla on kardiovaskulaarisia sairauksia. (Cho ym. 2018)

Vuonna 2018 tehdyn systemaattisen katsauksen (Cho ym.) tarkoituksena oli selvittää robottivusteisen kävelyharjoittelun vaikutusta akuutin ja subakuutin AVH:n kuntoutuksessa. Erityisenä tavoitteena oli myös robottivusteisen kävelyharjoittelun vaikutusten tunnistaminen käyttäen kävelyyn liittyviä arviointityökaluja. Katsauksen mukaan ne potilaat, jotka saivat robottivusteista kävelyharjoittelua perinteisen fysioterapian ohella, saavuttivat todennäköisemmin itsenäisen kävelykyvyn ja he, jotka eivät kykene itsenäisesti kävelemään hyötyvät RAGT:sta todennäköisesti eniten. Nämä todettiin myös Cochrane-katsauksessa (Mehrholz ym. 2017). Chon ym. katsauksen mukaan robottivusteisen kävelyharjoittelun eduiksi listataan myös moniaistillinen stimulaatio, joka vaikuttaa aivojen plastisiteetin kautta kuntoutumiseen. Tutkimuksen mukaan aivojen plastisiteetin hyödyntämisen kannalta harjoittelu on tehokkainta 3 kuukauden sisällä sairastumisesta. Muita hyötyjä ovat potilaan turvallisuus harjoituksen aikana, kaatumisen esto, jatkuva ja toistuva harjoittelu sekä hoidon laadun takaaminen. Myös tämän katsauksen lopputulemana todetaan, että ne potilaat hyötyvät eniten RAGT-harjoittelusta, joilla on vakava liikuntarajoite. Näillä potilailla todettiin merkittäviä parannuksia liittyen itsenäiseen toimintaan päivittäisissä askareissa, tasapainossa ja harjoitelluissa taidoissa harjoittelun loppuessa ja kahden vuoden jälkeen tehdyissä mittauksissa. (Cho ym. 2018)

Taveggian ym. (2016) tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla AVH:n kuntoutuksessa käytettävää sähköavusteista kävelyharjoittelua ja perinteistä fysioterapiaa keskittyen kävelykyvyn palautumiseen. Tasapaino parantui merkittävästi molemmissa ryhmissä, mutta interventioryhmä kohensi kävelynopeutta merkittävästi verrattuna kontrolliryhmään. Molemmat kuntoutustavat osoittautuivat tehokkaiksi, mutta ei voida todeta kumpi harjoitusmenetelmistä olisi tehokkaampi. Tutkimuksen perusteella intensiivisellä ja toistuvalla harjoittelulla saavutettu kävelykyvyn kehitys säilyy vielä kuukausien jälkeen harjoittelusta.

Mayr ym. vertasivat tutkimuksessaan robottivusteisen ja perinteisen fysioterapian vaikutusta AVH-potilaiden liikkumiskyvyn kuntoutuksessa. Molemmat kuntoutusmenetelmät osoittautuivat yhtä tehokkaiksi. Robottivusteisen kävelyterapian ei havaittu olevan parempi vaihtoehto verrattuna perinteiseen fysioterapiaan. Tässä tutkimuksessa on hyvä huomioida melko pitkä, kahden tunnin harjoittelu-aika, joka saattaa olla monille kuntoutujille liikaa. Tutkimuksessa nostettiin tärkeänä huomiona esille myös se, että spontaania kuntoutumista ja harjoittelun tuomaa hyötyä voi olla vaikea erottaa. Tätä voisi ainoastaan tutkia niin, että tutkimusasetelmassa kontrolliryhmä

ei saisi minkäänlaista hoitoa, mutta tällaista asetelmaa ei voida toteuttaa. (Mayr ym. 2018.)

Vuoden 2017 Cochrane-katsauksessa (Mehrholz ym.) saatiin keskitason näyttöä siitä, että sähköavusteinen kävelyharjoittelu yhdistettynä perinteiseen kävelyharjoitteluun loi parhaat mahdollisuudet itsenäisen kävelykyvyn saavuttamiselle. Carpino ym. (2018) ja Mehrholz ym. (2017) totesivat tutkimuksissaan, että sähköavusteisesta kävelyharjoittelusta ei kuitenkaan välttämättä ole paljon hyötyä niille kuntoutujille, joiden kävely on jo itsenäistä ja tavoitteena on kävelynopeuden tai kävelykapasiteetin (kuljettu matka verrattuna käytettyyn aikaan) kasvattaminen. Mainittakoon, että Carpinon ym. meta-analyysissä pystyttiin todentamaan täysin samat tulokset (korkeintaan 0.02 eroavaisuudella) kuin Mehrholzin ym. vuoden 2017 Cochrane-katsauksessa.

Berggmann ym. vertasivat tutkimuksessaan RAGT-harjoittelun ja perinteisen fysioterapian vaikutuksia pusher-oireyhtymään. Tutkimuksen mukaan jo kahden viikon intensiivinen RAGT-harjoittelu vähensi merkittävästi pusher-oireita. RAGT-harjoittelu vaikuttanee pystyasennon havainnointiin ja proprioseptiikkaan, jotka ovat AVH:n myötä pusher-oireyhtymästä kärsivillä häiriintyneet. (Berggmann ym. 2018a.)

Chung vertaili tapaus-verrokkitutkimuksessaan perinteistä fysioterapiaa ja RAGT-harjoittelua saavien ja vain perinteistä fysioterapiaa saavien potilaiden toiminnallisten testien tuloksia. Tarkoituksena oli mitata RAGT-harjoittelun vaikuttavuutta. Tutkimuksen mukaan RAGT saattaa hyödyttää AVH-potilaita kävelykyvyn, liikkuvuuden ja tasapainon suhteen. (Chung 2017.)

Australialaisen tutkimuksen (Ada ym. 2010) tarkoituksena oli selvittää sähköavusteisen ja painokevennetyn kävelyharjoittelun vaikutusta AVH-kuntoutujien itsenäiseen kävelykykyyn. Tutkimuksen mukaan sähköavusteinen painokevennetty kävelyharjoittelu lisää itsenäisen kävelyn määrää. Tutkimuksessa haluttiin myös selvittää, onko painokevennetty kävelymattoharjoittelu AVH-kuntoutujan kävelyharjoittelussa kannattavaa, vai johtaako se epänormaaleihin liikemalleihin ja sitä kautta epänormaaliin kävelyyn. Tulosten perusteella kävelymattoharjoittelun ei todettu olevan haitallista kävelynopeudelle eikä kävelykapasiteetille neljä viikkoa intervention jälkeen. Tutkimuksen lähtötilanteessa tutkittavat olivat kävelyssä täysin avustettavia. Meta-analyysin mukaan 55 % interventioryhmästä ja 32 % perinteistä kuntoutusta saaneista kontrolliryhmästä pystyivät kävelemään neljän viikon harjoittelun jälkeen. Eli keskimäärin interventioryhmän jäsenet pystyivät kävelemään itsenäisemmin kuin kontrolliryhmän

jäsenet. Tutkimuksen mukaan sähköavusteisen kävelyharjoittelun arvellaan olevan tehokkaampaa, koska se mahdollistaa intensiivisempää ja kokonaisvaltaisempaa harjoittelua suuremmilla toistomäärillä kuin kävelyn harjoittelu tasamaalla. Harjoituksen kesto oli molemmilla ryhmillä sama, mutta osa tutkimuksista ilmoitti interventoryhmän kävelleen pitempiä matkoja kuin kontrolliryhmä.

Yhden meta-analyysissä (Ada ym. 2010) käytetyn tutkimuksen mukaan, ensimmäisellä harjoitusviikolla kontrolliryhmän kävelemä matka oli vain 20 % interventoryhmän kävelemästä matkasta. Viimeisellä harjoitusviikolla kontrolliryhmän kävelty matka oli yhä 50 % interventoryhmän matkasta. Kontrolliryhmän otettujen askelten määrä oli keskimäärin 25 % intervention ryhmän askelten määrästä. Tämä luultavasti selittää sen, miksi tutkimuksen mukaan sähköavusteista kävelyharjoittelua saaneet saavuttivat itsenäisemmän kävelykyvyn kuin perinteistä tasamaalla harjoittelua saaneet kontrolliryhmän kuntoutujat. Myös kävelynopeus oli harjoittelujakson jälkeen 0,12 m/s nopeampi interventoryhmällä verrattuna kontrolliryhmään. Eli interventoryhmän tutkittavat ottivat enemmän askelia, kävelivät pidemmän matkan ja kävelivät nopeammin verrattuna kontrolliryhmän tutkittaviin.

Singaporelaisen tutkimuksen tarkoituksena oli mitata sähköavusteisen kävelyharjoittelun vaikutuksia elämänlaatuun ja terveydentilaan sekä arvioida harjoittelun kustannustehokkuutta. Vertailukohteena oli perinteinen fysioterapia. Tutkimuksen mukaan sähköavusteinen kävelyharjoittelu yhdistettynä perinteiseen fysioterapiaan on kustannustehokkaampaa kuin pelkkä perinteinen fysioterapia. Tutkimuksen perusteella tutkittavien ryhmien välillä ei ollut eroja elämänlaadun tai terveydentilan kehityksen osalta. (Chua & Haines & Perry 2016.)

Chung totesi tutkimuksessaan (2017), että perinteistä fysioterapiaa ja RAGT-harjoittelua saaneiden ja vain perinteistä fysioterapiaa saaneiden potilaiden tulokset olivat yhteneväiset, kun verrattiin arkielämän aktiviteetteihin liittyviä tuloksia.

Duncan ym. kartoitti tutkimuksessaan aikaisen RAGT-harjoittelun, myöhemmin aloitettavan RAGT-harjoittelun ja kotiharjoittelun vaikuttavuutta. Tarkoituksena oli tutkia painokevennetyn kävelyharjoittelun vaikutuksia selvittää paras ajoitus harjoittelun aloittamiselle. Tutkimuksen mukaan ryhmien välillä ei ollut merkittäviä eroja saaduissa tuloksissa. Huomionarvoisena havaintona kuitenkin todettiin aikaisin aloitetun kävelyharjoittelun kasvattavan vähäisten haittavaikutusten määrää, kuten lieviä kaatumisia ja huimausta. (Duncan ym. 2011.)

8 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda kattava kuva AVH:n jälkeisen fysioterapian tukena käytettävän sähköavusteisen kävelyharjoittelun nykytilanteesta. Työssä keskitytään erityisesti subakuutin AVH:n kuntoutukseen.

Tässä opinnäytetyössä otettiin vertailtavaksi yhteensä 12 tutkimusta. Erityistä painoarvoa tuovat yksi meta-analyysi ja kolme laajaa systemaattista katsausta. Mukaan on valittu vain laadukkaita ja relevantteja tutkimuksia. Tutkimusten vertailua hankaloittavina tekijöinä mainittakoon kuntoutujien sairastumisesta kuluneen ajan runsas vaihteluväli, erilaisten kävelylaitteiden käyttö tutkimuksissa, termistön vaihteleva tulkinta (subakuutti AVH, sähkö- ja robottivusteisuus), kontrolliryhmien epäyhteneväiset harjoittelutavat ja harjoitusten erilaiset annostelut. Tutkimukset olivat heterogeenisiä myös käytettyjen mittarien ja tutkittavien henkilöiden määrien suhteen. Robotiikan ja sähköavusteisten laitteiden käyttö AVH-kuntoutujien kävelyharjoittelussa on aiheena ajankohtainen. Opinnäytetyöhön valittiin alle 10 vuotta sitten julkaistuja tutkimuksia. Koska teknologia kehittyy, voi olla, että aikarajasta huolimatta tässä opinnäytetyössä olevissa tutkimuksissa on jo nyt vanhentunutta tietoa. Käytetyissä tutkimuksissa oli esimerkiksi käytetty GaitTrainer GT 1-laitetta, jonka tilalle on lähiaikoina kehitetty GT 2-versio. Tämä kertoo siitä, että laitteet jatkavat kehitystään ja uutta tutkittavaa tulee vanhan tiedon tilalle.

Konsensuksen mukaan AVH:n jälkeisen liikunta- ja toimintakyvyn harjoittelun tulee olla intensiivistä, runsaita toistoja sisältävää ja tehtäväkeskeistä. Kävelyharjoittelun kokonaisharjoitusajat vaihtelivat tutkimuksissa 45 minuutista kahteen tuntiin. Vallitsevaa yhteisymmärrystä ei vielä ole sähköavusteisen kävelyharjoittelun määrästä eikä harjoittelun aloittamisen ajankohdasta. Opinnäytetyöhön valittujen tutkimusten ulkopuolelta mainittakoon, systemaattinen katsaus ja meta-analyysi, joka kokosi yleiset periaatteet AVH:n jälkeisen kävelyharjoittelun ajoituksesta ja intensiteetistä. Jotta harjoittelun avulla saataisiin parannettua kävelykykyä, tulisi katsauksen mukaan kävelyharjoittelua harjoittaa usein, keskimäärin 3-5 kertaa viikossa niin, että jokainen harjoituskerta kestäisi 20-60 minuuttia. (Peurala ym. 2014.) Chon ym. systemaattisen katsauksen mukaan aivojen plastisiteetin hyödyntämisen kannalta harjoittelu on tehokkainta 3 kuukauden sisällä sairastumisesta (Cho ym. 2018). Myös Cochrane-katsauksessa todetaan kävelyharjoittelun hyödyttäneen enemmän heitä, jotka aloittivat harjoittelun alle 3 kuukautta sairastumisesta kuin heitä, jotka aloittivat harjoittelun 3

kuukautta sairastumisen jälkeen (Mehrholtz ym. 2017). Duncanin ym. kävelyharjoittelun aloitusajankohtaa vertailevan tutkimuksen mukaan harjoitteluinterventio 2 kuukautta sairastumisen jälkeen saattaa vauhdittaa kävelykyvyn kehitystä (Duncan ym. 2011).

Kaiken kaikkiaan opinnäytetyöhön valittujen tutkimusten mukaan eniten sähköavusteisesta kävelyharjoittelusta hyötyvät he, jotka eivät kykene kävelemään itsenäisesti. Itsenäiseen kävelyyn kykenevät eivät puolestaan hyödy sähköavusteisesta kävelyharjoittelusta yhtä paljon, kuin kävelyssä avustettavat. (Cho ym. 2018; Mehrholtz ym. 2017) Painokevennetty sähköavusteinen kävelyharjoittelu sopii monille subakuutista AVH:sta toipuville. Tutkimuksissa on kuitenkin poissuljettu esimerkiksi vakavista nivelsairauksista, vakavista aistillisista puutoksista, psyykkisistä sairauksista ja luuston anomaliaista kärsiviä kuntoutujia. Useissa tutkimuksissa vakavat audiovisuaaliset ja sensoriset häiriöt olivat poissulkukriteereinä. Myös 130 kg painoraja ja kehon pituus yli 200 cm olivat usein poissulkevia tekijöitä. Lokomat-laitteelle on asetettu nämä paino- ja pituusrajoitukset. Kaikissa tutkimuksissa tutkittavan iän alin raja oli 18 vuotta. Suurimmassa osassa tutkimuksista sisäänottokriteereinä oli iskeeminen tai hemorraginen infarkti, ensimmäinen AVH-tapahtuma, itsenäinen kävely ennen sairastumista, hemipareesi, kyvyttömyys kävellä itsenäisesti, mutta monissa tutkimuksissa tutkittavan tuli kyetä seisomaan passiivisesti muutamia minutteja tai kävellä muutamia metrejä avustetusti. Suurimmassa osassa tutkimuksissa oli eritelty, että tutkittavan tuli kyetä ymmärtämään annetut ohjeet.

Kaikissa opinnäytetyöhön valituissa tutkimuksissa oli mukana subakuutteja aivoverenkiertohäiriöissä kuntoutujia. Tutkimusten vertailua hankaloittaa se, että niissä olevien tutkittavien sairastumisesta kulunut aika poikkeaa toisistaan merkittävästi. Tutkimuksissa nimetyillä subakuuteilla AVH-kuntoutujilla sairastumisesta kulunut aika vaihtelee 4 vuorokauden (Chung 2017) ja 6 kuukauden välillä (Bergmann 2018b).

End-effector-laitteiden käyttö yhdistettynä perinteiseen fysioterapeuttiseen kuntoutukseen on opinnäytetyöhön valittujen tutkimusten mukaan kaikkein kustannustehokkainta (Carpino ym. 2018; Chua & Haines & Perry 2016). Laitteiden käytön opetteluun ja kuntoutujan laitteeseen asettamiseen kuluu aikaa, mutta toisaalta harjoituskerroista saadaan intensiivisiä ja toistomääristä runsaita lyhyemmässäkin ajassa. Sähköavusteisen kävelyharjoittelun myötä yksittäisen terapeutin ponnistelua ja vaivannäköä saadaan vähennettyä. (Carpino ym. 2018.) Neurologisten kuntoutujien fysioterapia on fyysisesti raskasta fysioterapeutille ja monesti, huolimatta pyrkimyksistä

oikeaoppiseen ergonomiaan työskennellessä, terapeutti joutuu tekemään kompromisseja esimerkiksi työskentelyasentojen suhteen. Sähköavusteisella harjoittelulla voidaan luoda niin kuntoutujalle, kuin myös terapeutille turvallinen tapa harjoitella intensiivisesti kävelyä.

Tutkimuksista ei käy ilmi, mikä laite olisi kaikilta osa-alueiltaan paras vaihtoehto AVH:n jälkeiseen kuntoutukseen. Laitteita on useita erilaisia, niin end-effector kuin myös eksoskeleton-laitteita. Laitteen valintaan vaikuttanee budjetti, käyttöympäristö ja käyttäjäryhmä. Tutkimusten välillä ei myöskään ole yhteisymmärrystä siitä, palautuuko kävelykyky AVH:n jälkeen nopeammin kävelylaitteita käyttäneillä kuntoutujilla, kun verrataan vain perinteistä kävelyharjoittelua saaneisiin kuntoutujiin. Tämän selvittäminen vaatisi laajan tutkimuksen pitkän aikavälin seurannalla.

Sähköavusteinen kävelyharjoittelu koetaan mielekkääksi, ja kaikkein mielekkäintä on eksoskeleton-kävelyrobottien kanssa harjoittelu. Virtuaalitodellisuuden lisääminen RAGT-harjoitteluun lisää harjoittelun antoisuutta. Mayr ym. (2018) toteaa kuitenkin tutkimuksessaan, että tulevaisuudessa tulisi tutkia enemmän harjoittelun mielekkyyteen vaikuttavia tekijöitä.

AVH:n jälkeisen liikuntakyvyn kuntoutuksen tulee olla runsaasti toistoja sisältävää. intensiivistä ja tehtäväkeskeistä (Hubbard ym. 2009). Opinnäytetyössä esiteltyjen tutkimusten mukaan sähköavusteisella kävelyharjoittelulla pystytään toteuttamaan näitä periaatteita (esim. Mehrholz ym. 2017).

Suurimpana haasteena lienee spontaanin kuntoutumisen ja hoitojen vaikuttavuuden erottaminen ja todistaminen. Tämä vaatisi tutkimusasetelman, jossa kontrolliryhmä ei saisi lainkaan hoitoa. Tällaista asetelmaa ei eettisistä syistä voida toteuttaa.

Väestön ikääntyessä aivoverenkiertohäiriöistä kärsivien määrä kasvaa Suomessa ja maailmalla ja kuntoutuksesta halutaan tehokkaampaa. Sähköavusteista kävelyharjoittelua tutkitaan jatkuvasti. Olisi toivottavaa, että sähköavusteisesta harjoittelusta kehitettäisiin tutkimusten myötä helpommin saatavilla oleva kuntoutusmuoto. Tällä hetkellä esimerkiksi Lokomat-kävelyrobotti löytyy vain viidestä paikasta Suomessa (FysioLine 2018). AVH-kuntoutus ja etenkin sairaalajaksot ovat lähtökohtaisesti kalliita ja kustannukset nousevat korkeiksi. Tästä syystä kuntoutuksen tulisi olla tehokasta, jotta sairastunut ihminen kuntoutuisi mahdollisimman nopeasti niin itsenäiseksi toimijaksi kuin mahdollista. Erilaiset laitteet ovat toki rahallisesti isoja

sijoituksia, mutta pelkän laitteen hinnan tuijottaminen estää näkemästä pidemmälle tulevaisuuteen. Eikä robotiikasta voida enää puhua vain tulevaisuuden uusina tuulina, sillä robotiikka on jo isona osana nykypäivää.

Sähköavustettu kävelyharjoittelu on melko uusi ja kehittyvä kuntoutuksen ala. Tämän opinnäytetyön perusteella tutkimuksia tarvitaan ainakin selvittämään harjoittelun optimaalinen kesto, tarkat toistomäärät ja harjoitteiden intensiteetti. Lisätutkimuksia kaivataan myös eri laitteiden vertailusta niin saavutetun hyödyn kuin myös kustannustehokkuuden suhteen. Ehdottoman tärkeää olisi toteuttaa laajamittainen, laitteiden käytön vaikuttavuutta kartoittava vertaileva tutkimus pitkäaikaisseurannalla.

Oli ilo havaita, että tutkimuksia sähköavusteiseen kävelyharjoitteluun liittyen julkaistaan enenevässä määrin. Tutkimusten runsas julkaisu tahti jopa omalta osaltaan hankaloitti tämän opinnäytetyön tekoprosessia, sillä uutta ja jopa ristiriitaista tietoa tulee jatkuvasti, jolloin käsitys nykytilanteesta joutuu jatkuvaan tarkasteluun. Opinnäytetyöprosessia hankaloitti myös alun perin tehty tiukka rajaus esimerkiksi kuntoutujan iän suhteen ja tutkimusten rajaaminen tiukasti vain subakuutteihin AVH-kuntoutujiin. Rajauksia muuttamalla saatiin huomattavasti laajempi tutkimuskanta ja runsaampaa vertailua eri tutkimusten välillä.

Sähköavusteisen kävelyharjoittelun tulevaisuus on mielenkiintoinen ja ehkä jopa subakuutin AVH-kuntoutuksen kannalta mullistava. Tulevaisuudessa kävelyn harjoitteluun tarkoitettavia laitteita tullaan kehittämään ja niihin tullaan lisäämään virtuaalitodellisuutta ja pelejä, jotka lisännevät laitteiden käytön mielekkyyttä. Ertop ym. mallinsi tutkimuksessaan, miten kävelyrobotilla kyettiin simuloimaan allasterapiaa mukaillemalla veden vastusta ja ”pehmeää” liikettä. Allasterapia on todettu hyväksi aivohalvauksen jälkeiseksi kuntoutusmenetelmäksi, mutta altaaseen pääsy voi olla resurssien ja kuntoutujan voimavarojen kannalta haastavaa. (Ertop ym. 2016.) Uudet laitteet ja sovellukset mahdollistavat yhä useammalle kokemuksen liikkeestä, jonka he ovat menettäneet. On vaikea kuvitella, miltä tuntuu, kun aiemmin itsestään selvä asia, kuten kävelykyky, on yhtäkkiä poissa. On kuitenkin hienoa ajatella se tunne, kun pääsee kokemaan menetetyt taidon uudelleen.

Lähteet

Ada, Louise & Dean, Catherine M & Vargas, Janine & Ennis, Samantha 2010. Mechanically assisted walking with body weight support results in more independent walking than assisted overground walking in non-ambulatory patients early after stroke: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*. 56, 3; 153–161. Saatavilla osoitteessa: <[https://www.journalofphysiotherapy.com/article/S1836-9553\(10\)70020-5/fulltext](https://www.journalofphysiotherapy.com/article/S1836-9553(10)70020-5/fulltext)>

Luettu: 3.7.2018

Aivoinfarkti ja TIA 2016. Käypä hoito. Verkkodokumentti. Saatavilla osoitteessa: <<http://www.terveyskirjasto.fi/xmedia/hoi/hoi50051.pdf>> Luettu: 15.7.2018

Aivoverenkiertohäiriöt ja spastisuus 2011. Aivoliitto. Verkkodokumentti. Saatavilla osoitteessa:

<https://www.aivoliitto.fi/files/2792/Aivoverenkiertohairiot_ja_spastisuus_web.pdf>

Luettu: 15.6.2018

Aivoverenkiertohäiriöt lukuina 2013. Aivoliitto. Verkkodokumentti. Saatavilla osoitteessa: <https://www.aivoliitto.fi/files/1091/avh_lukuina2013_web.pdf> Luettu: 12.6.2018

Atula, Sari 2017. Aivohalvaus (aivoinfarkti ja verenvuoto). Lääkärikirja Duodecim. Saatavilla osoitteessa: <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00001> Luettu: 20.6.2018.

Balasubramanian, Chitralakshmi & Clark, David & Fox, Emily 2014. Review Article: Walking Adaptability after a Stroke and Its Assessment in Clinical Settings. *Stroke research and Treatment*. Saatavilla osoitteessa:

<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4164852/pdf/SRT2014-591013.pdf>>

Luettu: 15.6.2018

Berggmann, Jeannine & Krewer, Carmen & Jahn, Klaus & Müller, Friedemann 2018. Robot-assisted gait training to reduce pusher behaviour. *Neurology*.

Bergmann, Jeannine & Krewer, Carmen & Bauer, Petra & Koenig, Alexander & Riener, Robert & Müller, Friedemann 2018. Virtual reality to augment robot-assisted gait training in non-ambulatory patients with a subacute stroke: a pilot randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 2018 kesäkuu; 54(3): 397-407. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2018N03A0397>> Luettu 20.7.2018

Carpino, Giorgio & Pezzola, Alessandra & Urbano, Michele & Guglielmelli, Eugenio 2018. Assessing Effectiveness and Costs in Robot-Mediated Lower Limbs Rehabilitation: A Meta-Analysis and State of the Art. *Journal of Healthcare Engineering* vol. 2018. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.hindawi.com/journals/jhe/2018/7492024/>> Luettu: 23.7.2018

Chang, Won Huyk & Kim, Min Su & Huh, Jung Phil & Lee, Peter K. W. & Kim, Yun Hee 2012. Neurorehabilitation and neural repair 26(4): 318-24. Saatavilla osoitteessa: <https://www.researchgate.net/publication/51802083_Effects_of_Robot-Assisted_Gait_Training_on_Cardiopulmonary_Fitness_in_Subacute_Stroke_Patients_A_Randomized_Controlled_Study> Luettu 15.7.2018

Chang, Won Huyk & Kim, Yun Hee 2013. Robot-assisted Therapy in Stroke Rehabilitation. *Journal of Stroke* 15 (3). 174-181. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3859002/pdf/jos-15-174.pdf>> Luettu: 18.5.2018

Cho, Eun-Ji & Yoo, Jun Sang & Kim, Kyoung Eun & Cho, Sung Tae & Jang, Woo Seok & Cho, Ki Hun & Lee, Wan-Hee 2018. Systematic Review of Appropriate Robotic Intervention for Gait Function in Subacute Stroke Patients. *BioMed Research International* Vol. 2018 Saatavilla: <<https://www.hindawi.com/journals/bmri/2018/4085298>> Luettu 22.7.2018

Chua, Joyce & Haines, Alexander & Perry, Mark 2016. Cost Effectiveness of an Electromechanical Gait Trainer for Ambulation Training after Stroke in A Singaporean Community Hospital: A Single Blind Randomised Trial. *Physical Medicine and Rehabilitation International* 3 (6).

Chung, Bryan Ping Ho 2017. Effectiveness of robotic-assisted gait training in stroke rehabilitation: A retrospective matched control study. Hong Kong Physiotherapy Journal. 36. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S101370251630046X>> Luettu: 21.7.2018

Cochrane n.d. The Cochrane Risk of Bias Tool. Saatavilla osoitteessa: <<https://methods.cochrane.org/bias/assessing-risk-bias-included-studies#The%20Cochrane%20Risk%20of%20Bias%20Tool>> Luettu: 2.6.2018

Duncan, Pamela & Sullivan, Katherine & Behrman, Andrea & Azen, Stanley & Wu, Samuel & Nadeau, Stephen & Dobkin, Bruce & Rose, Dorian & Tilson, Julie & Cen, Steven & Hayden, Sarah 2011. Body-Weight–Supported Treadmill Rehabilitation after Stroke. The New England Journal of Medicine. 364:2026-2036. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1010790>> Luettu: 24.7.2018

Ertop, Tayfun Efe & Yuksel, Tolga & Konukseven, E. Ilhan 2016. Simulation of fluid environment using a robotic orthosis on human lower extremity for therapeutic purposes. Saatavilla osoitteessa: <https://www.researchgate.net/publication/309339353_Simulation_of_fluid_environment_using_a_robotic_orthosis_on_human_lower_extremity_for_therapeutic_purposes> Luettu:15.8.2018

FysioLine 2018. Lokomat. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.fysioline.fi/collections/hocoma-lokomat>> Luettu: 5.8.2018

Hubbard, Isobel & Parsons, Mark & Neilson, Cheryl & Carey, Leeanne 2009. Occupational Therapy International. 16(3 – 4):175 –189. Saatavilla osoitteessa: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/oti.275>> Luettu: 25.6.2018

Husemann, Brita & Müller, Friedemann & Krewer, Carmen & Heller, Silke & Koenig, Ebrhardt 2007. Effects of Locomotion Training With Assistance of a Robot-Driven Gait Orthosis in Hemiparetic Patients After Stroke: A Randomized Controlled Pilot Study. Stroke. Saatavilla osoitteessa: <<http://stroke.ahajournals.org/content/38/2/349.long>> Luettu: 16.6.2018

Jensen, Kathy A. 2018. 7 steps to perfect PICO search. EBSCO Health. Verkkodokumentti. Saatavilla osoitteessa: <https://www.ebscohost.com/assets-whitepapers/7-Steps-to-the-Perfect-PICO-Score-White-Paper.pdf?_ga=2.122336076.617740522.1533650357-2035308920.1530882659> Luettu: 15.6.2018

Kauranen, Kari 2011. Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen. Liikuntatieteellinen seura. Tampere: Liikuntatieteellinen seura.

Kim, EJ & Kim, DY & Kim, WH & Lee, KL & Yoon, YH & Park, JM & Shin, JI & Kim, SK & Kim, DG 2012. Fear of Falling in Subacute Hemiplegic Stroke Patients: Associating Factors and Correlations with Quality of Life. Annals of Rehabilitation Medicine. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3546182/>> Luettu: 11.5.2018

Logan, Angie & Freeman, Jennifer & Kent, Birdie & Pooler, Jillian & Creanor, Siobhan & Vickery, Jane & Enki, Doyo & Barton, Andrew & Marsden, Jonathan 2018. Standing Practice In Rehabilitation Early after Stroke (SPIRES): a functional standing frame programme (prolonged standing and repeated sit to stand) to improve function and quality of life and reduce neuromuscular impairment in people with severe sub-acute stroke—a protocol for a feasibility randomised controlled trial. Pilot and Feasibility Studies. 4: 66. Saatavilla osoitteessa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5865293/pdf/40814_2018_Article_254.pdf> Luettu: 20.6.2018

Magee, David J. 2008. Orthopedic Physical Assessment. 981. 6. painos. Kanada: Elsevier inc.

Mao, Yu-Rong & Lo, Wai Leung & Lin, Qiang & Li, Le & Xiao, Xiang & Raghavan, Preeti & Huang, Dong-Feng 2015. The Effect of Body Weight Support Treadmill Training on Gait Recovery, Proximal Lower Limb Motor Pattern, and Balance in Patients with Subacute Stroke. BioMed Research International. Saatavilla: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4663281/pdf/BMRI2015-175719.pdf>> Luettu 15.7.2018

Mayr, Andreas & Quirbach, Ellen & Picelli, Andreas & Kofler, Markus & Smania, Nicola & Saltuari, Leopold 2018. Early robot-assisted gait retraining in non-ambulatory patients with stroke: a single blind randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 2018. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y9999N00A18032902>> Luettu 25.7.2018

Mehrholz, Jan & Pohl Marcus 2012. Electromechanical-assisted gait training after stroke: A systematic review comparing end-effector and exoskeleton devices. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 44: 193–199. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.2340/16501977-0943>>

Mehrholz, Jan & Thomas, Simone & Werner, Cordula & Kugler, Joachim & Pohl, Marcus & Elsner, Bernhard. *Cochrane Database of Systematic Review* 2017. Cochrane-katsaus. Saatavilla osoitteessa: <<http://cochranelibrary-wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD006185.pub4/full>> Luettu: 2.7.2018

Meretoja, Atte 2012. Aivohalvaus – kallis kansansairautemme. *Duodecim* 2012;128:139–46. Saatavilla osoitteessa: <<https://duodecimlehti.fi/api/pdf/duo10040>> Luettu: 2.7.2018

PEDro 2018. PEDro Scale. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.pedro.org.au/english/downloads/pedro-scale/>> Luettu: 10.6.2018

Perustietoa AVH:sta n.d. Aivoliitto. Verkkodokumentti. Saatavilla osoitteessa: <[https://www.aivoliitto.fi/aivoverenkiertohairio_\(avh\)/perustietoa_avh_sta](https://www.aivoliitto.fi/aivoverenkiertohairio_(avh)/perustietoa_avh_sta)> Luettu: 21.6.2018

Peurala, Sinikka & Karttunen, Auli & Sjögren, Tuulikki & Paltamaa, Jaana & Heinonen, Ari 2014. Evidence FOR the effectiveness of walking training on walking and self-care after stroke: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 46: 387–399.

Pignolo, Loris 2009. Robotics in Neuro-Rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Medicine* 41. 955–960. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19841823>> Luettu: 11.5.2018

Pyöriä, Outi & Reunanen, Merja & Nyrkkö, Hannu & Kautiainen, Hannu & Pieninkeroinen, Ilkka & Tapiola, Tero & Lohikoski, Pekka 2015. Aktiivisuutta ja osallistumista tukeva fysioterapia aivoverenkiertohäiriöön sairastuneiden alkuvaiheen kuntoutuksessa. Satunnaistettu seurantatutkimus. Sosiaali- ja terveysturvan tutkimuksia 140. Kelan tutkimusosasto. Saatavilla osoitteessa: <<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/157979/Tutkimuksia140.pdf?sequence=1>> Luettu: 22.6.2018

Scheffer, Alice C. & Dchuurmans, Marieke J. & van Dijk, Nynke & van der Hooft, Truus & de Rooij, Sophia E. 2008. Fear of falling: measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. *Age and Ageing*. Saatavilla osoitteessa: <<https://academic.oup.com/ageing/article/37/1/19/25345>> Luettu: 16.5.2018

Soinila, Seppo & Kaste, Markku & Launes, Jyrki & Somer, Hannu 2001. Jyväskylä: Duodecim.

Talvitie, Ulla & Karppi Sirkka-Liisa & Mansikkamäki, Tarja 2006. Fysioterapia. 2. uudistettu painos. Helsinki: Edita.

Taveggia, Giovanni & Borboni, Alberto & Mulé, Chiara & Villafañe, Jorge H. & Negrini, Stefano 2016. Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial. *International Journal of Rehabilitation research*. Mar; 39(1): 29–35. Saatavilla: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4900426/>> Luettu 22.7.2018

Timmermans, Celine & Roerdink, Melvyn & W. van Ooijen, Marielle & Meskers, Garel G. & Janssen, Thomas W. & Beek Peter J. 2016. Walking adaptability therapy after stroke: study protocol for a randomized controlled trial. *Biomed Central Trials*. Saatavilla osoitteessa: <<https://trialsjournal.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s13063-016-1527-6>> Luettu: 16.6.2018

Valtioneuvoston periaatepäätös älykkäästä robotiikasta ja automaatiosta 2016. Liikenne- ja viestintäministeriö. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.lvm.fi/lvm-site62-mahtiportlet/download?did=205305>> Luettu: 10.5.2018

Veerbeek, Marike & van Wegen, Erwin & van Peppen, Roland & van der Wees, Philip & Hendriks, Erik & Rietberg, Marc & Kwakkel, Gert 2014. What Is the Evidence for Physical Therapy Poststroke? A Systematic Review and Meta-Analysis. PLoS One. 9(2). Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3913786/>> Luettu: 25.6.2018

Kuva 1. FysioLine 2018.

Kuva 2. Reha Stim Medtec. 2018. Preliminary.

Liite 1. FAC, kävelyluokitus 2011. Toimia Tietokanta. Saatavilla osoitteessa: <<http://www.thl.fi/toimia/tietokanta/mittariversio/63/>>

Liitteet

Liite 1. FAC, kävelyluokitus. TOIMIA-tietokanta.

FAC, KÄVELYLUOKITUS

FUNCTIONAL AMBULATION CLASSIFICATION, FAC (Holden ym. 1984)

Kävelyluokitus on kävelykyvyn 6-luokkainen mittari, ja se kuuluu WHO:n ICF-luokituksessa osa-alueeseen "liikkuminen".

Tutkittavaa pyydetään seisomaan ja ottamaan askeleita. Mikäli tämä onnistuu, pyydetään kävelemään noin 15 metrin matka. Kävelyluokitus perustuu tutkittavan kävely-yrityksen tai vähintään 15 metrin kävelyn havainnointiin ja tarvittaessa avustamiseen. Mikäli tutkittava pystyy kävelemään portaissa, havainnoidaan ja tarvittaessa avustetaan porraskävely luokituksen 4 ja 5 erottamiseksi. Tutkittava saa käyttää liikkumisen apuvälineitä.

Kuntoutuja ei pysty kävelemään tai hän tarvitsee vähintään kahden henkilön apua.	0
Kuntoutuja tarvitsee jatkuvaa manuaalista ohjausta yhdeltä avustajalta, joka auttaa siirtämään painoa ja säilyttämään tasapainon.	1
Kuntoutuja tarvitsee jatkuvaa tai ajoittaista tukea yhdeltä avustajalta, joka auttaa tasapainon ja koordinaation säilyttämisessä.	2
Kuntoutujaa tarvitsee kävelyyyn verbaalista ohjausta ilman fyysistä kosketusta.	3
Kuntoutuja kävelee itsenäisesti tasaisella alustalla, mutta tarvitsee apua portaissa, kaltevilla <i>tai</i> epätasaisilla pinnoilla.	4
Kuntoutuja kävelee itsenäisesti joka paikassa.	5

Alkuperäisviite: Holden MK, Gilli KM, Magliozzi MR, Nathan J, Piehl-Baker L. Clinical gait assessment in the neurologically impaired. Reliability and meaningfulness. Phys Ther 1984; 64:35–40.

Suomennos julkaistu:

Peurala SH, Huuskonen P, Airaksinen O, Jäkälä P, Tarkka IM, Sivenius J. Intensiivinen fysioterapia aivohalvauspotilaiden varhaisen alkuvaiheen kuntoutuksessa. Fysioterapia 2009;56:4–10. Suomennosta käytetty 2003 alkaen.