

Lokomat-kävelyrobotin pelillisten harjoitusten vaikutukset tasapainoon ja kävelyyn aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvilla

**Suositukset fysioterapeuteille neurologisen kuntoutuksen kehittä-
misen tueksi**

Tiivistelmä

Tekijä	Julkaisun laji	Valmistumisaika
Mimmi Mäkelä	Opinnäytetyö, YAMK	2024
	Sivumäärä	
	56	
Työn nimi		
Lokomat-kävelyrobotin pelillisten harjoitusten vaikutukset tasapainoon ja kävellyn aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvilla		
Suositukset fysioterapeuteille neurologisen kuntoutuksen kehittämisen tueksi		
Tutkinto ja koulutusala		
Fysioterapeutti (YAMK), kuntoutuksen ja liikunnan integraatio		
Toimeksiantajaorganisaatio		
Helsingin kaupunki		
Tiivistelmä		
<p>Suomessa aivoverenkiertohäiriöihin sairastuu vuosittain noin 25 000 henkilöä aiheuttaen kaikista sairauksista eniten aikuisiän vammautumista. Väestön ikääntyessä sekä palvelutarpeen ja kustannuspaineiden kasvaessa robotiikan käyttö kuntoutuksessa on yleistynyt, mutta sen vaikuttava hyödyntäminen vaatii terveydenhuollon toimintatapojen kehittämistä ja ammattilaisten osaamisen vahvistamista näyttöön perustuen. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Lokomat-kävelyrobotin pelillisten harjoitusten vaikutuksia aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien tasapainoon ja kävellyyn.</p> <p>Tutkimus toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena. Alkuperäistutkimuksia haettiin kolmesta sosiaali- ja terveysalan tietokannasta ja aineisto seulottiin vaiheittain. Mukaan valittiin RCT- ja RCT-pilottitutkimuksia, joissa aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien aikuisten harjoittelutuloksia Lokomat-kävelyrobotilla pelillisiä harjoituksia hyödyntäen verrattiin muissa harjoitusmuodoissa saatuihin tuloksiin. Tutkimukseen valikoitui kuusi aihetta käsittelevää alkuperäistutkimusta, joiden tulosuuttajia analysoitiin vote counting -menetelmän avulla.</p> <p>Lokomat-kävelyrobotin pelilliset harjoitukset saattavat parantaa aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien tasapainoa muihin kuntoutusmuotoihin verrattuna ja kävelyn parametrien osalta Lokomat-kävelyrobotin pelilliset harjoitukset saattavat olla yhtä vaikuttavia muihin kuntoutusmuotoihin nähden. Suurin hyöty kuntoutuksesta näyttäisi olevan, kun Lokomat-harjoittelu yhdistetään tavanomaiseen fysioterapiaan.</p> <p>Tutkimuksen tuloksia voidaan soveltaa neurologisessa kuntoutuksessa, erityisesti aivoverenkiertohäiriöiden subakuutissa ja kroonisessa vaiheessa. Käytäntöön soveltamiseksi on kuitenkin otettava huomioon alkuperäistutkimusten heterogeenisyys ja suppea määrä. Luotettavien ja yleistettävien suositusten muodostamiseksi aihetta on tulevaisuudessa tutkittava lisää.</p>		
Asiasanat		
Aivoverenkiertohäiriöt, Lokomat, kävelyrobotti, pelilliset harjoitukset, kuntoutus		

Abstract

Author	Type of Publication	Published
Mimmi Mäkelä	Master's Thesis	2024
	Number of Pages	
	56	
Title of Publication		
The effects of Lokomat robotic gait training with gamified exercises on balance and walking in stroke rehabilitation		
Degree, Field of Study		
Master of Health Care, Integration of Rehabilitation and Physical Activity		
Organisation of the client		
City of Helsinki		
Abstract		
<p>In Finland, approximately 25,000 people suffer from stroke annually, making it the leading cause of adult disability among all diseases. As the population ages and the demand for services and cost pressures increase, the use of robotics in rehabilitation has become more common, but its effective implementation requires evidence-based development of healthcare practices and the strengthening of professional skills. The aim of this study was to investigate the effects of Lokomat robotic gait training with gamified exercises on balance and walking in stroke rehabilitation.</p> <p>The study was conducted as a systematic literature review. Original research articles were sourced from three healthcare databases, and the material was screened in stages. The study included only RCTs and RCT pilot studies that compared the training outcomes of adults recovering from cerebrovascular disorders using the Lokomat gait robot with gamified exercises to the outcomes achieved through other forms of training. Six original studies were selected for analysis, and their outcome variables were analyzed using the vote counting method.</p> <p>Lokomat robotic gait training with gamified exercises may improve balance in stroke rehabilitation compared to other forms of rehabilitation. In terms of walking parameters, Lokomat training with gamified exercises may be as effective as other rehabilitation methods. The greatest benefit from rehabilitation seems to occur when Lokomat training is combined with conventional physiotherapy.</p> <p>The study's results can be applied in neurological rehabilitation, particularly in the subacute and chronic phases of stroke. However, it is important to note the heterogeneity and small number of original studies. Further research is needed to provide reliable and generalizable recommendations.</p>		
Keywords		
Stroke, Lokomat, gait robotics, gamified exercises, rehabilitation		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Lähtökohdat.....	2
2.1	Yhteistyökumppani	2
2.2	Tarve	2
3	Aivoverenkiertohäiriöt	4
3.1	Esiintyvyys ja yhteiskunnalliset vaikutukset.....	4
3.2	Oireet ja aiheuttajat.....	5
3.3	Vaikutukset yksilöön	6
4	Aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutus	10
4.1	Kuntoutuksen lähtökohdat	10
4.2	Kuntoutuksen sisältö ja ajoitus.....	10
4.3	Aivoverenkiertohäiriöiden vaikutukset tasapainoon ja kävelyyn	13
5	Robottivusteinen kävelykuntoutus ja pelilliset harjoitukset	15
5.1	Kävelyrobotiikka aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa	15
5.2	Lokomat-kävelyrobotti.....	17
5.3	Pelilliset harjoitukset kuntoutuksessa	18
5.4	Pelilliset harjoitukset ja kävelyrobotiikka	20
6	Tavoite, tarkoitus ja tutkimuskysymys	22
7	Kirjallisuuskatsauksen toteuttaminen	23
7.1	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	23
7.2	Hakustrategian suunnittelu ja toteutus	24
7.3	Aineiston arviointi.....	28
7.4	Aineiston analysointi	28
8	Tulokset.....	30
8.1	Katsaukseen valikoidut tutkimukset ja tutkittavat	30
8.2	Lokomat-kävelykuntoutuksessa hyödynnetyt pelilliset harjoitukset	32
8.3	Harjoitusmäärä ja intensiteetti Lokomat-harjoittelussa	33
8.4	Pelillisten harjoitusten vaikutukset tasapainoon ja kävelyyn.....	34
9	Pohdinta	37
9.1	Tulosten tarkastelu	37
9.2	Luotettavuus ja eettisyys.....	39
9.3	Johtopäätökset ja kehittämisehdotukset	42
9.4	Jatkotutkimusaiheet	43
	Lähteet	45

Liite 1. Alkuperäistutkimusten esittely

1 Johdanto

Aivoverenkiertohäiriöillä tarkoitetaan akuutteja ja paikallisia aivoverisuonten sekä aivoverenkierron sairauksia, jotka johtuvat yleisimmin aivovaltimon tukkeumasta tai sen vuotamisesta aivokudokseen (Murphy & Werring 2020). Suomessa aivoverenkiertohäiriöihin sairastuu vuosittain lähes 25 000 ihmistä ja se on yksi yleisimpiä kuolinsyitä niin Suomessa kuin myös muualla maailmassa (Jehkonen ym. 2020; Käypä hoito –suositus 2024). Väestön ikääntyessä sairastuneiden määrä tulee kasvamaan huomattavasti, mikä tarkoittaa myös sairauden hoitoon liittyvien kustannusten kasvua. Aivoverenkiertohäiriöistä aiheutuneet kustannukset ovat jo nyt Suomessa kansantaloudellisesti merkittävät. (Jehkonen ym. 2020.)

Aivoverenkiertohäiriöt vaikuttavat merkittävästi yksilön elämänlaatuun, ja noin puolelle aivoverenkiertohäiriöistä selvinneistä jää pysyviä fyysisiä tai kognitiivisia haittoja (Kaste ym. 2015). Aivoverenkiertohäiriöiden seurauksena yksi keskeisimpiä vaikutuksia fyysiseen toimintakykyyn on kävelyn vaikeutuminen, ja suurimmalle osalle sairastuneista ilmaantuu jonkinasteisia tasapainovaikeuksia. Liikkumiskyky ja päivittäisistä toimista selviytyminen vaikuttavat oleellisesti aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien kokemuksiin pystyvyydestä ja osallistumisesta oman elinympäristön toimintoihin sekä sosiaalisiin yhteisöihin. (Lee ym. 2022.)

Robottiikan hyödyntäminen kuntoutuksessa on yleistynyt teknologian kehityksen myötä viime vuosikymmeninä ja tietokoneita on käytetty neurologisessa kuntoutuksessa jo 1990-luvulta lähtien (Gassert & Dietz 2018; Kallio ym. 2020). Väestön ikääntyminen ja siitä johtuva kustannusten kasvu ovat merkittäviä tekijöitä robotiikan nopean kehityksen taustalla (Hänninen 2021, 3), mutta palveluiden tarpeen lisääntyessä myös sosiaali- ja terveydenhuollon paineet kasvavat (STM 2023, 11). Pääministeri Orpon hallitusohjelmaan "Vahva ja välittävä Suomi" on kirjattu tavoite digitaalisten ja teknologisten ratkaisujen hyödyntämisestä henkilöstön työkuorman keventämiseksi ja palveluiden vaikuttavuuden parantamiseksi (Valtioneuvosto 2023, 27). Robotiikkaan kohdistuvat odotukset kasvavat, mikä lisää tarvetta toimintatapojen kehittämiseksi ja ammattilaisten osaamisen vahvistamiselle.

Yksi kuntoutuksessa yleisimmin käytetyistä teknologioista on maailman johtava kuntoutusrobotti Lokomat, joka mahdollistaa yksilöllisesti mukautetun kävelyharjoittelun tuettuna ja painokevennettynä (Hocoma 2024). Vaikka Lokomat-kävelyrobottia on tutkittu neurologisessa kuntoutuksessa jo melko paljon, näyttö siihen kuuluvien pelillisten harjoitusten vaikutuksista kuntoutumistuloksiin on vähäistä. Tässä opinnäytetyössä selvitettiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla, miten pelilliset harjoitukset vaikuttavat aivoverenkiertohäiriöstä kuntoutuvien tasapainoon ja kävelyn laatuun Lokomat-kävelykuntoutuksessa.

2 Lähtökohdat

2.1 Yhteistyökumppani

Opinnäytetyön työelämän yhteistyökumppani on Helsingin kaupunki, ja työ toteutetaan Helsingin kaupungin fysioterapian käyttöön. Fysioterapia kuuluu Helsingin kaupungin sairaala-, kuntoutus- ja hoivapalveluiden palvelukokonaisuuteen osana sosiaali-, terveys- ja pelastustoimialaa (Helsingin kaupunki 2024a).

Pääministeri Orpon hallitusohjelmaan on kirjattu tavoite kuntoutuksen uudistamisen jatkamisesta vuosille 2023–2027 laaditun suunnitelman mukaisesti. Toimivalla kuntoutuksella voidaan muun muassa tukea osallistumista, vähentää komplikaatioita ja vähentää sairaalahoidon tarvetta. Helsingin kaupunki on yhdessä hyvinvointialueiden ja HUS-yhtymän kanssa sitoutuneet vastaamaan sosiaali- ja terveystalouden tuottamisesta ja uudistamisesta. (Valtioneuvosto 2023, 29–32.)

2.2 Tarve

Helsingin kaupungilla Lokomat-kävelyrobotia hyödynnetään aktiivisesti fysioterapiassa Laakson sairaalafysioterapian, avofysioterapian ja kotikuntoutuksen fysioterapeuttien toimesta. Laakson sairaalassa on kuntoutusosasto neurologisiin sairauksiin keskittyen, ja sairaalapuolella Lokomat-kävelyrobotin käyttäjät ovat pääsääntöisesti aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvia. Avofysioterapiassa ja kotikuntoutuksessa kävelyrobotin käyttäjäryhmissä on lisäksi myös muita neurologisia sairauksia, kuten MS-tautia ja Parkinsonin tautia sairastavia. (Helsingin kaupunki 2024b.)

Lokomat-kävelyrobotin virtuaalitodellisuutta hyödyntävien pelillisten harjoitusten käyttö Helsingin kaupungin fysioterapiassa on yksilöllistä, ja laitteen eri ominaisuuksia voidaan yhdistää harjoitteluun kuntoutujan toiveiden mukaan. Osa kuntoutujista on erittäin motivoituneita harjoittelemaan pelaamalla ja parantamaan omia suorituksiaan. Osa taas haluaa keskittyä mieluummin pelkkään kävelyn harjoitteluun, eikä kiinnostu pelillisistä harjoituksista. Pelillisten harjoitusten avulla harjoitettava liike tai tehtävä on usein helpompi ymmärtää näytön kautta saatavan välittömän palautteen ansiosta, oli harjoitettava asia sitten kävelynopeuden säätely, kävelyn eri vaiheiden opettelu tai alaraajojen lihasaktivaation ja lihasvoiman harjoittelu. (Helsingin kaupunki 2024b.)

Opinnäytetyön lähtökohtana on yhteistyökumppanin tarve teoreettiselle taustatyölle kuntoutustoiminnan kehittämisen tueksi. Useat kuntoutujat ovat motivoituneita kävelyn haastamiseen pelisovelluksilla ja virtuaalitodellisuuden avulla, mutta harjoittelun vaikuttavuudesta pelillisiä harjoituksia hyödyntämällä tarvitaan näyttöä. Fysioterapiassa kuntoutuskäytänteitä

pyritään kehittämään näyttöön perustuen entistä vaikuttavimmiksi kasvavaan palveluntarpeeseen vastaamiseksi. Tutkimusnäyttö voi tulevaisuudessa palvella neurologisen kuntoutuksen palveluiden sisältöä ja yhteistyökumppani voi käyttää opinnäytetyössä muodostettuja suosituksia jatkossa neurologisen kuntoutuksen kehittämisen tukena.

3 Aivoverenkiertohäiriöt

3.1 Esiintyvyys ja yhteiskunnalliset vaikutukset

Aivoverenkiertohäiriö (AVH) on nopeasti kehittyvä aivojen toimintahäiriö, ja sitä käytetään yleisnimityksenä erilaisista aivoverisuonten ja aivoverenkierron sairauksista (Murphy & Werring 2020; Käypä hoito –suositus 2024). Suomessa aivoverenkiertohäiriöihin sairastuu vuosittain noin 25 000 henkilöä ja elämänsä aikana lähes joka kolmas suomalaisista (Kähkönen 2021). Maailmanlaajuisesti AVH:n sairastaa vuosittain noin 12 miljoonaa ihmistä ja sen sairastaneita henkilöitä on elossa yli 100 miljoonaa (Teodoro ym. 2024). Väestömäärän kasvaessa, ihmisten ikääntyessä ja elintapojen huonontuessa entisestään arvioidaan sairastuneiden määrän tulevaisuudessa kasvavan yli miljoonalla (Fan ym. 2023).

Kuolleisuus aivoverenkiertohäiriöihin on hyvinvointivaltioissa laskussa, mutta ne ovat silti yksi yleisimpiä kuolinsyitä sekä Suomessa että muualla maailmassa (Donkor 2018; Käypä hoito –suositus 2024). Aivoverenkiertohäiriöt ovat tällä hetkellä Suomessa kolmanneksi ja maailmanlaajuisesti neljänneksi yleisin kuolinsyy (Käypä hoito –suositus 2024). Arviolta kuusi miljoonaa ihmistä maailmanlaajuisesti kuolee aivoverenkiertohäiriön seurauksena joka vuosi, mikä vastaa noin 10 % kaikista kuolemista (Kähkönen 2021). Suomessa kaikista kuolemista 8 % on aivoverenkiertohäiriöiden aiheuttamia (Käypä hoito –suositus 2024). AVH:n sairastaneista kaksi kolmasosaa on yli 65-vuotiaita ja neljännes työikäisiä (Kaste ym. 2015). Kehittyneissä maissa aivoverenkiertohäiriöihin sairastutaan tyypillisimmin keskimäärin 70.–75. ikävuoden kohdalla (Donkor 2018).

Suomessa aivoverenkiertohäiriöt ovat mielenterveysongelmien ja dementian jälkeen kolmanneksi kallein kansantauti. Arvion mukaan vuoteen 2030 mennessä aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneiden ja sen vaatimien sairaanhoitopäivien määrä voi jopa kaksinkertaistua väestön ikääntymisen johdosta, mikäli sen ehkäisyssä, hoidossa ja kuntoutuksessa tapahtuu merkittävää edistymistä. Suomessa aivoverenkiertohäiriöiden hoitoon kuluu vuosittain noin 400 000 hoitopäivää erikoissairaanhoidossa ja perusterveydenhuollossa noin 1,5 miljoonaa hoitopäivää. (Kaste ym. 2015.) Tällä hetkellä aivoverenkiertohäiriöt maksavat Suomelle yli miljardi euroa vuodessa, mikä on suuri osuus kaikista terveydenhuollon kustannuksista sekä lähes puoli prosenttia koko maan bruttokansantuotteesta. Yhden aivoverenkiertohäiriön kustannukset yhteiskunnalle potilaan elinaikana ovat noin 50 000–100 000 euroa. (Kähkönen 2021.)

3.2 Oireet ja aiheuttajat

Aivoverenkiertohäiriöt kehittyvät yleensä äkillisesti ja tyypillisiä oireita niille ovat suupielen roikkuminen, yläraajojen heikkous, raajojen toimintahäiriöt, puheentuoton vaikeudet, puuttuminen ja tuntohäiriöt. Myös sekavuus, huimaus, pahoinvointi tai näköhäiriöt ovat mahdollisia. Aivoverenvuodossa saattaa myös ilmetä voimakasta päänsärkyä ja tajunnantason heikentymistä. Oireiden ilmaantuessa hoitoon on hakeuduttava välittömästi. Suurelle osalle aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneista annetaan liuotushoito, mikäli oireiden alkamisesta on enintään 4,5 tuntia. Joissakin tapauksissa verihyytymiä voidaan poistaa myös tähystämällä. AVH:n akuuttihoitossa tärkeää on myös korkean verenpaineen hoito, kohonneen verensokerin ja ruumiinlämmön laskeminen sekä elintoimintojen turvaaminen. (Atula 2023; Käypä hoito –suositus 2024.)

Kasten ym. (2015) mukaan aivoverenkiertohäiriöt aiheuttavat keskushermostoon nopeasti pysyviä vaurioita, koska toimiakseen keskushermosto tarvitsee jatkuvasti verenkierron välityksellä saatavaa happea ja glukoosia. Aivoihin välittyy noin 20 % sydämen pumppaamasta verestä, jolloin verenkierron on tärkeää pysyä vakaana hermosolujen tarvitseman suuren happimäärän vuoksi.

Aivoverenkiertohäiriöt voivat vaihdella laajuudeltaan ja ne voivat osua sijainniltaan mille tahansa verenkierron alueelle aivoissa (Jehkonen ym. 2020). AVH:ssa on yleisimmin kyse tukoksen aiheuttamasta aivokudoksen verettömyydestä eli iskemiasta tai aivovaltimon paikallisesta verenvuodosta (Donkor 2018). Erityisesti nuoremmilla aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneilla henkilöillä taustalla voi olla myös jokin harvinaisempi sairauden aiheuttaja, kuten kavernooma eli synnynnäinen verisuoniepämuodostuma, tai sinustromboosi eli veritulppa aivojen laskimosinuksissa (Murphy & Werring 2020).

Iskeemisiä verenkiertohäiriöitä ovat ohimenevät TIA-kohtaukset ja aivoinfarktit (Jehkonen ym. 2020). Aivovaltimon tukoksen aiheuttama hapenpuute tietyllä aivoalueella saa kyseisellä suonitusalueella aikaan kuolion eli infarktin, jolloin aivokudos vaurioituu pysyvästi puutteellisen verenvirtauksen vuoksi. Suurin osa kaikista aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneista sairastuu aivoinfarktiin. (Kuriakose & Xiao 2020.) Aivoinfarktit voivat olla suurten suonten tukoksia, pienten suonten tukoksia tai sydänperäisiä embolioita (Jehkonen ym. 2020). Useimmiten tukkeuman aiheuttaja on sydäimestä tai kaulavaltimolta peräisin oleva tukos, mutta joskus syynä voi olla myös ahtautuneessa aivovaltiossa syntynyt verihyytymä (Tarnanen ym. 2024). TIA-kohtaus (Transient Ischemic Attack) on aivoinfarktia muistuttava lyhytkestoinen aivoverenkiertohäiriö, joka kestää alle vuorokauden. Se on ohimenevä ja kokonaan korjaantuva tila eikä aiheuta pysyviä vammoja tai aivojen vaurioitumista.

TIA-kohtaus lisää kuitenkin riskiä aivoinfarktille erityisesti sitä seuraavien ensimmäisten viikkojen aikana. (Murphy & Werring 2020.)

Kuriakosen ja Xiaon (2020) mukaan paikalliset aivovaltimon verenvuodot voidaan jaotella verenvuotoon aivoaineeseen (ICH, intracerebral hemorrhage) ja verenvuotoon lukinkalvonalaiseen tilaan (SAV, subaraknoidaalivuoto). Eriasteisia kudolvaurioita aivoissa aiheuttaviin aivokudoksen sisäiseen tai lukinkalvon alaiseen verenvuotoon sairastuu noin viidesosa kaikista aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneista (Pyöriä ym. 2015, 14; Donkor 2018). Aivoverenvuodossa vuotavan suonen alueen hermokudoksen toiminta häiriintyy ja verenkierto hidastuu verenvuodon aiheuttaman paineen vuoksi (Atula 2023). Ei-traumaattisen aivoverenvuodon (ICH) aiheuttaa aivoissa valtimon seinämän rikkoutuminen ja siitä johtuva verenvuotaminen aivoainekseen. Syynä valtimon seinämän rikkoutumiseen on yleensä korkean verenpaineen aiheuttama suonten vaurioituminen tai ikääntymiseen liittyvä amyloidiplakin kertyminen verisuoniin, mikä heikentää suonten toimintaa. (Sallinen ym. 2023.)

Lukinkalvonalainen verenvuoto (SAV) johtuu yleisimmin aneurysman eli aivovaltimopullistuman puhkeamisesta (Claassen & Park 2022). Aneurysma on aivovaltimon heikkoon kohtaan syntynyt pullistuma, joka voi syntyä valtimon sisäisen kohonneen paineen vuoksi. Valtaosa aneurysmista on oireettomia eikä puhkea ollenkaan, mutta puhjetessaan se aiheuttaa verenvuodon lukinkalvon alle aivoja ympäröivään tilaan. (Urtti 2023.) Joissakin tapauksissa lukinkalvonalainen vuoto voi olla seurausta myös pään vammasta (Claassen & Park 2022; Urtti 2023).

Aivoverenkiertohäiriöt uusiutuvat noin 10 %:lla sairastaneista ensimmäisen vuoden sisällä (Jehkonen ym. 2020). Suurin riskitekijä aivoverenkiertohäiriöille on korkea ikä. Muita riskitekijöitä ovat muun muassa lihavuus, liikkumattomuus, epäterveellinen ruokavalio, henkinen kuormitus, huono sosioekonominen asema, tupakointi, huumeet, runsas alkoholin käyttö, korkea verenpaine, korkea kolesteroli, diabetes ja eteisvärinä. (Kuriakose & Xiao 2020; Käypä hoito –suositus 2024.)

3.3 Vaikutukset yksilöön

Aivoverenkiertohäiriöiden seuraukset ovat yksilöllisiä, mutta tyypillisesti sairastuneilla ilmenee esimerkiksi motorisia, kognitiivisia, aistillisia ja kielellisiä vaikeuksia (Lee ym. 2022; Aivoliitto 2024a). Aivoverenkiertohäiriöt aiheuttavat toimintakyvyn pitkäaikaisen heikentymisen vuoksi kaikista sairauksista eniten aikuisiän vammautumista, ja noin puolelle sairastuneista ja eloonjääneistä jää jokin pysyvä fyysinen tai kognitiivinen haitta (Donkor 2018; Pitkänen & Jäkälä 2020). Sekä Kaste ym. (2015) että Tosto-Mancuso ym. (2022) toteavat, että heikentynyt toimintakyky vaikuttaa merkittävästi koettuun elämänlaatuun ja

aivoverenkiertohäiriöihin sairastuminen aiheuttaakin kaikista sairauksista eniten laadukkaiden elinvuosien menetystä. Aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneista 10–20 %:lle kehittyy myös etenevä muistisairaus (Jehkonen ym. 2020).

Aivoverenkiertohäiriöiden jälkeiset motoriset häiriöt ovat usein sitkeitä ja aiheuttavat itsenäisen toimintakyvyn pitkäaikaista heikentymistä (Tosto-Mancuso ym. 2022). Motoriset häiriöt näyttäytyvät puutteina tai rajoitteina liikkuvuudessa ja lihasten toiminnassa. Ne vaikuttavat tyypillisesti kykyyn hallita ja ohjata kasvojen sekä ylä- ja alaraajan liikkeitä tarkoitukseenmukaisella tavalla jommallakummalla kehon puoliskolla. (Todhunter-Brown ym. 2014; Hong ym. 2024.) Hemipareesi eli toispuoleinen lihasheikkous tai halvaus on yleinen aivoverenkiertohäiriöistä aiheutuva haitta. Se on yleisempi yläraajassa kuin alaraajassa ja rajoittaa toimintakykyä sekä itsenäistä pärjäämistä merkittävästi. (Kaste ym. 2015.) Aivoverenkiertohäiriöihin sairastumisen jälkeen noin 25–74 % ihmisistä tarvitsee jonkin verran apua tai ovat täysin avustettavia päivittäisissä toimissaan (Veerbeek ym. 2011).

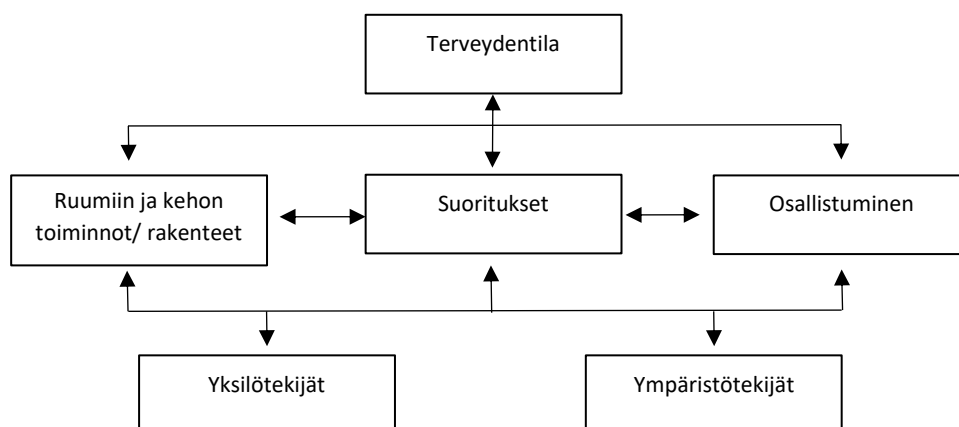
Laaksosen ym. (2022) mukaan liikkumisen vaikeutuminen ja siitä aiheutuva fyysisen aktiivisuuden väheneminen on tyypillistä aivoverenkiertohäiriöiden seurauksena, ja altistaa sairastunutta yhä enemmän terveyden kannalta haitallisille vaikutuksille. Vähäinen liikkuminen aiheuttaa elimistössä muutoksia lyhyessäkin ajassa ja epäsuotuisat vaikutukset korostuvat sairastuessa. Jo viikon vuodelepo aiheuttaa lihasatrofiaa, heikentää hapenottokykyä ja vähentää insuliiniherkkyyttä. Inaktiivisuus lisää infektioherkkyyttä ja osteoporoosiriskiä sekä aiheuttaa painonnousua. Lisäksi liikkumattomuus vähentää aivojen välittäjäaineita ja heikentää sydämen pumppaustehoa.

Kognitiivisista häiriöistä tyypillisiä aivoverenkiertohäiriön sairastaneille ovat muistivaikeudet, tarkkaavaisuuden, toiminnanohjauksen ja suunnittelun haasteet sekä prosessoinnin hidastuminen ja päättelykyvyn heikentyminen. Lisäksi häiriöitä voi olla tunnistamisessa ja tahdonalaisten liikkeiden suorittamisessa. Aivoverenkiertohäiriöt voivat myös aiheuttaa puheen ja nielemisen vaikeuksia, lukemisen ja kirjoittamisen haasteita sekä toisen puolen huomiotta jättämistä eli neglect-oireilua. (Kaste ym. 2015.) AVH aiheuttaa usein sairastuneelle henkistä stressiä sekä uni- ja vireystilan häiriöitä (Laaksonen ym. 2022). Tyypillistä on myös mielialojen vaihtelu, ja noin kolmasosalla sairastuneista todetaan masennus. Masennus heikentää tutkitusti aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutumista, hidastaa toipumista, pidentää hoitajaksoja, heikentää elämänlaatua ja lisää kuolleisuutta. (Towfighi ym. 2017.)

Aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvilla heikentynyt fyysinen toimintakyky ja päivittäisistä toimista suoriutuminen vaikuttavat merkittävästi kokemuksiin pystyvyydestä ja osallistumisen mahdollisuuksista. Kyky suoriutua erilaisista asioista sairaudesta huolimatta vaikuttaa positiivisesti muun muassa elämänlaatuun ja mielialaan. (Kersey ym. 2023.) Mahdollisuus

vaikuttaa omaan osallistumiseen ja suunnitella omaa toimintaa vahvistavat pystyvyysskoemuista ja kuntoutujan roolia toimijana omassa kuntoutuksessaan. Kuntoutujan osallistumisen tavoittelemisen ja toimijuuden tukeminen kuuluvat hyvään kuntoutuskäytäntöön. (Pyöriä ym. 2015, 18.)

Terveysteen ja toimintakykyyn liittyvän arvioinnin, mittaamisen ja käsitteistön yhtenäistämiseksi on olemassa kansainvälisiä viitekehysjä. Yksi niistä on Maailman terveystjärjestö WHO:n (World Health Organization) kehittämä ICF-luokitusjärjestelmä. (WHO 2024.) ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health) on kansainvälinen toimintakyvyn, toimintarajoitteiden ja terveyden luokitus, jolla voidaan kuvata, minkälaisia vaikutuksia sairaudella tai vammalla on yksilön elämään. ICF-luokituksen mukaan toimintakyky on moniulotteinen ja muuttuva tila, johon vaikuttavat terveydentilan lisäksi erilaiset yksilö- ja ympäristötekijät. (THL 2023.) Näiden osa-alueiden vuorovaikutussuhteet on esitetty kuviossa 1.



Kuvio 1. ICF-luokituksen osa-alueet ja niiden väliset suhteet

ICF-luokituksen ydinlista sisältää kunkin sairauden ja toimintakyvyn rajoitteen aiheuttamat vaikutukset kehon toimintojen, kehon rakenteen, suoritusten, osallistumisen, ja ympäristötekijöiden näkökulmasta. Aivoverenkiertohäiriöiden ydinlista on laajin kaikista sairauksista, mikä kertoo sairastumisen vaikuttavan merkittävästi yksilön elämään monella eri osa-alueella. (Teasell & Hussein 2018, 5.)

ICF-luokituksen avulla aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien toimintakykyä voidaan arvioida luotettavasti ja kokonaisvaltaisesti, sillä se huomioi kuntoutujan yksilöllisten ominaisuuksien lisäksi myös sosiaaliset ja ympäristöön liittyvät tekijät. Toimintakyvyn arviointi laajasta näkökulmasta edesauttaa yksilöllisten tavoitteiden asettamisessa ja kuntoutuksen

suunnittelussa sekä helpottaa täten mahdollisimman tarkoituksenmukaisen ja tehokkaan kuntoutuksen toteuttamista. ICF-luokituksen avulla aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvan biopsykososiaaliset tekijät voidaan huomioida koko kuntoutusprosessin ajan ja kuntoutuksesta saada näin tutkitusti vaikuttavampaa. Kyseisen luokituksen avulla voidaan myös seurata kuntoutujan edistymistä ja arvioida näin kuntoutuksen vaikuttavuutta toimintakyvyn ja osallistumisen eri osa-alueilla. (Zhang ym. 2018.)

4 Aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutus

4.1 Kuntoutuksen lähtökohdat

Kuntoutuksella edistetään yksilön toimintakykyä, osallistumismahdollisuuksia ja itsenäistä selviytymistä. Kuntoutuja on prosessissa aktiivinen toimija, ja kuntoutus perustuu yksilön omiin tarpeisiin ja tavoitteisiin. Kuntoutuksella tuetaan aktiivisuutta ja osallisuutta sekä tarvittaessa muokataan toimintaympäristöä kuntoutujan tarpeiden mukaan. Kuntoutuksen on aina oltava suunnitelmallista ja yksilöllistä, ja sitä säädetään useissa eri laeissa. (STM 2024.) Suomessa terveydenhuoltolakiin on kirjattu säädös sairaanhoitoon liittyvän lääkinällisen kuntoutuksen järjestämisestä, mikä sisältää muun muassa kuntoutusneuvonnan, toimintakyvyn ja kuntoutustarpeen arvioinnin, kuntoutustutkimuksen, toimintakyvyn parantamista ja ylläpitämistä tavoittelevat terapiat, apuvälinepalvelut, sopeutumisvalmennuksen sekä edeltävät toimet sisältävät kuntoutusjaksot (Terveydenhuoltolaki 1326/2010, 29 §).

Suomessa aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneista 40–50 % tarvitsee aktiivista, yksilöllistä ja moniammatillista kuntoutusta sekä hyötyy siitä varmuudella aivotapahtuman laajuudesta ja yksilön ominaisuuksista riippumatta (Hiekkala ym. 2020; Pitkänen & Jäkälä 2020). Aivoverenkiertohäiriöiden hoitaminen ja moniammatillinen kuntoutus ovat usein pitkä prosessi, johon tarvitaan suuri määrä terveydenhuollon resursseja, eri ammattiryhmien välistä yhteistyötä sekä kuntoutusvälineiden tehokasta käyttöä (Winstein ym. 2016; Hiekkala ym. 2020). Aivoverenkiertohäiriöiden jälkeisen kuntoutuksen tavoitteena on kudoksen vaurion aiheuttaman toimintahäiriön korjaaminen ja siitä johtuvan haitan minimoiminen (Kaste ym. 2015).

Aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuminen perustuu aivojen plastisuuteen eli kykyyn muovautua uusien kokemusten pohjalta. Aivojen muovautumiskykyä voidaan edistää riittävillä määrillä harjoituksen tai tehtävän toistoja, mutta muovautumiskykyyn vaikuttavat myös geneettiset tekijät, elinympäristö ja yksilön kokemukset. (Hiekkala ym. 2020; Aderinto ym. 2023.) Aivojen kyky muovautua on tutkitusti aktiivisinta vaurioitumista seuraavien viikkojen aikana. Otollisin aikajakso paikallisen vaurion korjaantumiseksi on yleensä neljästä kuuteen viikkoa sairastumisesta. (Pyöriä ym. 2015, 20.) Aktiivisella harjoittelulla ja toistoilla opitaan uusia taitoja, jolloin aivojen hermoverkot uudelleenjärjestäytyvät ja syntyy uusia yhteyksiä hermoverkkojen välille. Hermosoluyhteydet joko heikentyvät tai vahvistuvat sen mukaan, mitä harjoitellaan. (Joy & Carmichael 2020; Laaksonen ym. 2022.)

4.2 Kuntoutuksen sisältö ja ajoitus

Kuntoutus tulisi aloittaa varhain sairastumisen jälkeen, sillä riittävän intensiivisellä ja aikaisessa vaiheessa aloitetulla liikunnallisella harjoittelulla on havaittu olevan yhteys

parempaan kuntoutumisennusteeseen (Winstein ym. 2016; Hiekkala ym. 2020). Neurologinen kuntoutuminen on nopeinta ensimmäisen kolmen kuukauden aikana, minkä jälkeen uusien hermoyhteyksien muodostuminen hidastuu. Fyysisen toimintakyvyn palautuminen on yhteydessä neurologiseen kuntoutumiseen, mutta toimintakyvyn kohentuminen voi jatkua vielä neurologisen toipumisen jälkeenkin. Aivoverenkiertohäiriöiden jälkeen fyysisen toimintakyvyn vakiintuminen voi viedä jopa kuudesta kuukaudesta kolmeen vuoteen. (Teasell & Hussein 2018, 2.) Aivoliiton (2024b) mukaan ensimmäisen kolmen kuukauden aikana 50–70 % aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneista toipuu itsenäisesti liikkuvaksi. Sairastuneista 15–30 % jää pysyvästi vammautuneiksi ja 20 % tarvitsee ympärivuorokautista hoitoa.

Käypä hoito –suosituksen (2024) mukaan aktiivinen moniammatillinen kuntoutus voidaan aloittaa heti kuntoutujan tilan vakiintuessa, mielellään viikon sisällä sairastumisesta. Toimintakyvyn palautumista edistävät terapeuttisen harjoittelun intensiteetin asteittainen nostaminen sekä vaikeutuneiden toimintojen suora harjoittaminen. Kuntoutumiseen vaikuttavat myös yksilölliset tekijät, kuten motivaatio, kyky oppia, läheisten tuki sekä kuntoutuksen laatu (Teasell & Hussein 2018, 6). Merkittävin kuntoutumiseen vaikuttava tekijä on kuitenkin aivotapahtuman vaikeusaste. Toimiva moniammatillinen kuntoutus voi lyhentää AVH-kuntoutujan hoitoaikaa, vähentää pysyviä vammoja ja lisätä elämänlaatua. (Käypä hoito –suositus 2024.) Liikunnallisen harjoittelun on todettu vaikuttavan positiivisesti myös kognitiiviseen kuntoutumiseen aivoverenkiertohäiriöiden jälkeen (Laaksonen ym. 2022; Hong ym. 2024).

Aivoverenkiertohäiriön jälkeinen kuntoutus sisältää usein muun muassa fysioterapiaa, toimintaterapiaa ja puheterapiaa (Winstein ym. 2016). Fysioterapian avulla voidaan tutkitusti parantaa aivoverenkiertohäiriöstä kuntoutuvan toimintakykyä ja itsenäistä pärjäämistä (Todhunter-Brown ym. 2014; Hong ym. 2024). Toimintakyvyn parantumisesta on vahvaa näyttöä kävelyn, tasapainon, kestävyuden, lihasvoiman ja muun toiminnallisen harjoittelun avulla (Sjögren ym. 2022). Harjoittelumuoto tulee valita kuntoutujan yksilölliset ominaisuudet huomioiden, mutta vaikuttavinta harjoittelu näyttäisi nykytiedon mukaan olevan useampaa eri harjoittelumuotoa yhdistämällä (Todhunter-Brown ym. 2014). Langhornen ym. (2009) mukaan motoristen häiriöiden helpottamiseksi ja toimintakyvyn palauttamiseksi harjoittelussa olisi kiinnitettävä huomiota ainakin riittävän korkeaan intensiteettiin, toistettaviin ja tehtäväkeskeisiin harjoitteisiin sekä palautteen saamiseen suorituksesta.

Kasten ym. (2015) mukaan aivoverenkiertohäiriöiden jälkeisen fysioterapian tarkoituksena on ehkäistä virheasentoja ja vääränlaisia liikemalleja, normalisoida tonusta ja edesauttaa luonnollista parantumista. Tärkeää on myös harjoiteltujen liikemallien siirtäminen jokapäiväisiin toimintoihin. Fysioterapiaan sisältyy vaurion vakavuudesta ja toimintakyvyn häiriöistä riippuen muun muassa keskushermoston aktivointia, asentohoitoa, passiivisia ja aktiivisia

liikkeitä sekä pystyasennon, tasapainon ja kävelyn harjoittelua (Lee ym. 2022). Lisäksi fysioterapiassa voidaan hyödyntää esimerkiksi mielikuvaharjoittelua, lihasvoimaharjoittelua ja erilaisia tehtäväkeskeisiä harjoituksia. Eri menetelmiä aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutukseen on kehitetty lukuisia, mutta mikään yksittäinen terapiamuoto ei ole tutkimuksissa noussut muihin verrattuna ylivoimaiseksi. (Winstein ym. 2016.)

Aivoverenkiertohäiriöiden akuutilla vaiheella tarkoitetaan yleensä ensimmäistä 3–5 vuorokautta sairastumisesta, jolloin kuntoutujan tila ei vielä ole vakiintunut. Jo akuutissa vaiheessa kuntoutuksen aloittaminen asentohoidolla ja raajojen mobilisaatiolla on keskeistä vartalon toimintahäiriöiden, keuhkokuumeen, painehaavojen ja laskimotukosten ehkäisemiseksi. Näitä ei kuitenkaan tulisi aloittaa vielä ensimmäisen 24 tunnin aikana sairastumisesta. (Käypä hoito –suositus 2024.) Kuntoutujan tilan ollessa riittävän vakaa voidaan jo akuutissa vaiheessa mobilisoida kuntoutujaa pois vuoteesta ja harjoitella päivittäisiä toimia (Lee ym. 2022). Myös kattava toimintakyvyn arviointi tulisi tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa kuntoutujan voinnin vakiintuessa varhaisen kuntoutuksen aloittamiseksi (Winstein ym. 2016).

Akuutin vaiheen jälkeisessä subakuutissa vaiheessa sairastumisesta on tyypillisesti kulunut noin viikko. Subakuutti vaihe kestää yleensä 3–6 kuukautta ja on kuntoutumisen nopein vaihe. (Grefkes & Fink 2020.) Tässä intensiivisen kuntoutuksen vaiheessa harjoittelua tulisi Todhunter-Brownin ym. (2014) mukaan tapahtua 5–7 päivänä viikossa 30–60 minuutin jaksoissa. Winstein ym. (2016) sen sijaan toteavat, että kuntoutujilla, jotka saavat kuntoutusta yli kolme tuntia päivässä toimintakyvyn parantuminen on huomattavasti suurempaa kuin niillä, jotka harjoittelevat sitä vähemmän. Kuntoutuksen täsmällisestä annostuksesta ei siis ole toistaiseksi löytynyt yleispätevää suositusta. Alkuvaiheen intensiiviseen kuntoutukseen vuodeosastolla osallistetaan hoitohenkilökunnan lisäksi myös omaisia. Mikäli kuntoutuksessa ei kuitenkaan tapahdu edistymistä alkuvaiheen kuntoutuksessa ensimmäisen kolmen kuukauden aikana, sitä ei todennäköisesti kannata jatkaa pidempään. (Kaste ym. 2015.)

Subakuutin vaiheen jälkeen intensiivisellä kuntoutuksella saatuja tuloksia tuetaan ylläpitävällä kuntoutuksella, johon siirytään usein noin 6–12 kuukauden kuluttua sairastumisesta. Myöhäisvaiheen kuntoutus jatkuu tyypillisesti kotoa käsin avokuntoutuksena noin 2–3 päivänä viikossa. (Kaste ym. 2015.) Kotiutumisen jälkeen toimintakykyä voidaan parantaa säännöllisellä kuntoutuksella vielä noin vuoden ajan, vaikeasti vammautuneilla useita vuosia (Käypä hoito –suositus 2024). Kroonisessa vaiheessa kuntoutuksessa hyödynnetään usein erilaisia etälaitteita ja tällöin kuntoutuksen tavoitteena on pääasiassa omatoimisuuden ja kotona pärjäämisen tukeminen (Lee ym. 2022).

4.3 Aivoverenkiertohäiriöiden vaikutukset tasapainoon ja kävelyyn

Tasapaino on tärkeä motorinen taito ja perusta kaikelle liikkumiselle. Se mahdollistaa asennon ylläpitämisen istuessa, seistessä ja liikuessa. Tasapainon hallintaan vaikuttaa lihasten, hermoston ja eri aistien yhteistyön lisäksi esimerkiksi sairaudet, vammat ja muu toimintakyky. (Terveyskylä 2023.) Kykyä ylläpitää tasapainoa tarvitaan myös kävelyssä, ja siksi häiriöt tasapainon hallinnassa vaikuttavat kävelyyn oleellisesti (Kaakkola 2018).

Chenin ym. (2016) mukaan suurimmalla osalla aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneista ilmenee tasapainovaikeuksia, mikä johtuu usein motorisen kontrollin puutteesta. Myös erilaiset hermo- ja tuntohäiriöt voivat vaikeuttaa kykyä tunnistaa ja reagoida ympäristön esteisiin ja pinnan epätasaisuuksiin. Yhdessä lihasheikkous, tuntopuutokset sekä vaikeudet kehon ja ympäristön hahmottamisessa vaikeuttavat tasapainon hallintaa, kävelyä ja siirtymisiä sekä lisäävät kaatumisriskiä. (Teodoro ym. 2024.)

Noin 85 % aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneista kärsii eriasteisista toispuoleisista halvausoireista (Lee ym. 2022). Halvausoireet ja niistä johtuvat puolierot vaikuttavat väistämättä kävelyn symmetriaan ja sujuvuuteen sekä liikkeen tuottoon, tasapainoon ja asennon ylläpitäminen (Beyaert ym. 2015; Wallard ym. 2015). Spastisuutta eli liiallista lihasjänteyttä esiintyy noin 20–30 %:lla aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneista (Pyöriä ym. 2015, 14). Spastisuus voi aiheuttaa kivun lisäksi merkittäviä muutoksia nivelten liikkuvuuteen ja vaikeuttaa liikkeen hallintaa (Käypä hoito –suositus 2016). Kävelyn kannalta merkittäviä toimintakyvyn rajoitteita ovat AVH:n jälkeen tyypillisesti myös lihasheikkous, voimantuoton ajoittamisen vaikeudet, liikkeen aloittamisen vaikeus sekä vaikuttaja-vastavaikuttajalihasten toiminnan häiriintyminen (Pyöriä ym. 2015, 14; Teodoro ym. 2024).

Aivoverenkiertohäiriön vaikutukset kävelykykyyn voivat vaihdella suuresti riippuen aivotapahtuman vakavuudesta, tyypistä ja sijainnista, sekä yksilön omista ominaisuuksista ja kuntoutusprosessista (Laaksonen ym. 2022; Tosto-Mancuso ym. 2022). Kävelykyvyn palauttaminen on kuitenkin yksi kuntoutuksen tärkeimpiä tavoitteita itsenäisen toimintakyvyn tukemiseksi ja päivittäisistä toimista selviämiseksi. Aivoverenkiertohäiriöt aiheuttavat tyypillisesti muutoksia muun muassa kävelynopeudessa, kävelyn symmetriassa ja askelpituudessa. Sairastumisen jälkeen kävelynopeus voi hidastua, askelpituus lyhentyä ja kävelystä tulla epäsymmetristä. (Beyaert ym. 2015.) Yang ym. (2023) lisäävät, että usein myös fyysinen kestävyys heikentyy ja askelleveys suurenee. Aivoverenkiertohäiriöt aiheuttavat epäsymmetriaa painonsiirtoon ja puutteita tahdonalaisiin liikkeisiin. Kun kävelyn eri vaiheissa painonsiirto jakautuu alaraajoille epäsymmetrisesti, vaikeuttaa se myös osaltaan tasapainon hallintaa. Toispuoleisesta lihasheikkoudesta kärsivillä AVH:n sairastaneilla voi pystyasennossa jopa 61–80 % kehonpainosta keskittyä terveelle alaraajalle. Tämä epäsymmetria voi

hidastaa kävelyvauhtia, estää itsenäisen kävelyn ja aiheuttaa kaatumisia. Kaatumiset ovat aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneilla yksi yleisimpiä komplikaatioita, ja voivat johtaa fyysisten vahinkojen lisäksi myös psykologisiin haittoihin, kuten kaatumisen pelkoon. (Park ym. 2016.)

Kävelykuntoutuksen aloittaminen jo varhaisessa vaiheessa sairastumisen jälkeen tukee toimintakyvyn palautumista, mutta parhaita tuloksia saadaan, kun kävelyn harjoittelu yhdistetään muuhun fysioterapiaan (Pyöriä ym. 2015, 15). Käypä hoito –suosituksen (2024) mukaan ei-itsenäisillä kävelijöillä tulisi aivoverenkiertohäiriöiden jälkeiseen kuntoutukseen sisällyttää mahdollisuuksien mukaan myös sähkömekaanisia harjoitteluvälineitä itsenäisen kävelykyvyn saavuttamiseksi.

TOIMIA (2020, 16) suosittelee aivoverenkiertohäiriön jälkeiseen toimintakyvyn vähimmäisarviointiin liikkumisen osalta käytettävän FAC (Functional Ambulation Classification) -luokitusta. Kyseinen mittari sopii kaikille potilaille riippumatta heidän sen hetkisestä kävelykyvystään. Arviointi perustuu liikkumisen havainnointiin tasaisella alustalla sekä mahdollisuuksien mukaan myös portaissa. Kuntoutujan kävelykykyä arvioidaan numeerisesti asteikolla 0–5, jossa 0 tarkoittaa kuntoutujan tarvitsevan kävelyyhän vähintään kahden avustajan tukea tai ei pysty liikkumaan ollenkaan, ja 5 kuntoutujan kykyä liikkua itsenäisesti kaikilla alustoilla. FAC on yksinkertainen ja nopea tapa arvioida kuntoutujan liikkumista ja kävelyn edistymistä.

5 Robottivusteinen kävelykuntoutus ja pelilliset harjoitukset

5.1 Kävelyrobotiikka aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa

Aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutukseen on tullut viime vuosina uusia teknologian mahdollistamia ratkaisuja, jotka edesauttavat harjoittelua ja toimintakyvyn palauttamista (Pitkänen & Jäkälä 2020). Uudenlaisen kuntoutusteknologian myötä suuremmat harjoitusten toistomäärät ovat perinteistä fysioterapiaa helpommin saavutettavissa. Myös motivaation ja sitoutumisen vahvistamiseksi teknologia tuo uusia mahdollisuuksia. (Hiekkala ym. 2020; Warutkar ym. 2022.) Väestön ikääntyessä arvellaan robotiikan merkityksen terveydenhuollossa korostuvan (Ilves ym. 2022, 16). Terveydenhuollon kustannusten kasvaessa lisääntyvän palvelutarpeen myötä palveluiden tehostaminen robotiikan avulla voisi auttaa kustannusten säästämässä (Ventä ym. 2018, 16–17).

Robotteja voidaan määritellä monin eri tavoin. Robottien on kuvattu olevan tietokoneohjattuja mekaanisen toiminnon suorittajia, tai ohjelmoitavissa olevia, autonomisia mekanismeja. Robotit voivat myös olla vuorovaikutuksellisia ja korvata monimutkaisiakin ihmisten työsuoritteita. Roboteille on nykyään hyvin laajoja käyttömahdollisuuksia ja käyttötarkoituksen mukaan ne voidaan jakaa teollisuusrobotteihin ja palvelurobotteihin. Kuntoutusrobotit kuuluvat ammattilaisten käyttämiin palvelurobotteihin. Kuntoutusrobotin voidaan määritellä olevan liikunnallisessa kuntoutuksessa, eli terapeuttisessa harjoittelussa tai fyysisen aktiivisuuden harjoittamisessa käytettävää robottitekniikkaa. (Ilves ym. 2022, 16–17.) Kuntoutusrobotit voidaan jakaa vielä kahteen luokkaan: end effector- ja eksoskeleton –tyyppisiin robotteihin. End effector –laitteet tuottavat mekaanista voimaa raajojen distaaliosiin, kun taas eksoskeleton –tyyppisissä kuntoutusroboteissa akselit säädetään raajojen niveltä kohtaan kontrolloimaan ja ohjaamaan liikettä. Kuntoutusroboteilla raajoja voidaan liikuttaa täysin passiivisesti, osin avustetusti tai vastustetusti. (Ilves ym. 2022, 16–17; Warutkar ym. 2022.)

Hännisen (2021, 12–13) mukaan kävelyrobotteja käytetään tyypillisesti neurologisten sairauksien kuten avioverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa. Ne ovat turvallinen ja käytännöllinen ratkaisu, ja mahdollistavat yksilöllisten tarpeiden huomioinnin kävelyssä sekä avustavat liikkumisessa ulkoisen tukirangan eli eksoskeletonin avulla. Kävelyrobotit koostuvat tyypillisesti juoksumaton ja tukirakenteiden muodostamasta laitteistosta, joka tukee itsenäisen kävelyn harjoittelua.

Sähköavusteista ja robotisoitua kävelykuntoutusta on tutkittu viime vuosina paljon aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvilla. Kävelyrobottien vaikuttavuutta erityisesti kävelyn ja tasapainon kuntoutuksessa on kartoitettu RCT-tutkimuksissa maailmanlaajuisesti monin erilaisin interventioin, niin aivoverenkiertohäiriöiden akuutissa, subakuutissa kuin myös

kroonisessa vaiheessa. Eri interventioista koostetuiden systemaattisen kirjallisuuskatsaus-ten ja meta-analyysien perusteella yleistä konsensusta robotisoidun kuntoutuksen ylivertai-suudesta muihin fysioterapian interventioihin verrattuna ei kuitenkaan toistaiseksi ole löyty-nyt. (Veerbeek ym. 2014; Warutkar ym. 2022; Yang ym. 2023.)

Kuntoutuksessa kävelyrobotiikan käyttö perustuu motorisen oppimisen tehostamiseen, joka vaatii riittävän kovatehoista ja tehtäväkeskeistä harjoittelua sekä kuntoutujalta vaivannäköä, huomiota ja aktiivista osallistumista (Yang ym. 2023). Kävelyrobotiikka keventää harjoitte-lussa kuntoutujan fyysistä taakkaa, mikä mahdollistaa pitkäkestoisemmat ja intensiivisem-mät harjoitukset (Poli ym. 2013; Beyaert ym. 2015). Painokevennyksen ja runsaan manu-aalisen tuen ansiosta kävelyn eri vaiheita voidaan harjoitella useita toistoja, ja keho voi saada liikkeestä simulaation kautta proprioseptiivistä palautetta (Wallard ym. 2015). Gas-sertin ja Dietzin (2018) mukaan kuntoutusrobotiikan avulla 45 minuutin harjoittelun aikana kuntoutujan on mahdollista tehdä jopa 1000 toistoa, kun ilman robotiikkaa liikettä voidaan toistaa keskimäärin vain 30 kertaa samassa ajassa. Robotiikan avulla harjoittelu voi olla tarkoituksenmukaisempaa ja kustannustehokkaampaa perinteiseen kävelyn harjoitteluun verrattuna, kun sekä kuntoutujan että ammattilaisen resursseja säästyy (Poli ym. 2013).

Mehrholzin ym. (2020) mukaan aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvat, jotka saavat perintei-sen fysioterapian ohella robottivälineistä kävelykuntoutusta, saavuttavat itsenäisen käve-lykyvyn todennäköisemmin kuin ne, joiden kuntoutuksessa robotiikkaa ei hyödynnetä. Eni-ten hyötyä kävelyrobotilla harjoittelusta vaikuttaisi olevan ensimmäisen kolmen kuukauden ajan sairastumisesta. Hyöty on merkittävintä niillä, jotka ovat menettäneet kävelykykynsä aivoverenkiertohäiriöiden seurauksena täysin. Myös tasapainon kehittämisessä robotisoi-dulla kävelykuntoutuksella voi olla perinteistä fysioterapiaa parempi vaste erityisesti kun-toutuksen varhaisessa vaiheessa, sillä tällöin aivojen plastisuus on suurimmillaan. Kävely-robotiikan avulla päästään usein tavanomaista fysioterapiaa suurempiin harjoitusintensi-teetteihin ja saadaan täten hyödynnettyä kuntoutumispotentiaalia paremmin. (Yli-Ikkela ym. 2024.) Yang ym. (2023) ovat lisäksi havainneet, että kävelyrobotiikan avulla harjoittelusta voi olla hyötyä kävelytoimintojen, tasapainon ja kestävyuden parantamiseksi myös aivove-renkiertohäiriöiden kroonisessa vaiheessa, mutta riittävästi laadukkaita ja yleistettäviä tut-kimustuloksia ei aiheesta vielä ole.

Kävelyrobotteja voidaan käyttää kuntoutuksessa yksistään, tai yhdistämällä harjoitteluun esimerkiksi virtuaaliodellisuuden (Ilves ym. 2022, 18). Polin ym. (2013) mukaan toiminta-kyvyn palauttamiseksi aivoverenkiertohäiriöiden jälkeen robottivälineisessä kuntoutuk-sessa olisi tärkeää huomioida harjoittelun toiminnallisuus ja tehtäväkeskeisyys. Kuntoutus-robotit eivät kuitenkaan voi korvata ammattilaista, vaan sekä Poli ym. (2013) että Loro ym.

(2023) ovat yhtä mieltä siitä, että optimaalisinta aivoverenkiertohäiriöiden jälkeinen kuntoutus olisi perinteisen terapeuttisen harjoittelun sekä robottivusteisen kävelykuntoutuksen yhdistelmänä. Perinteisen fysioterapian ja robottivusteisen harjoittelun yhdistämisellä näyttäisi saavutettavan parempia tuloksia tasapainon kohentamisessa, kuin kummallakaan menetelmällä yksistään.

5.2 Lokomat-kävelyrobotti

Lokomat on kävelyrobotti, joka on suunniteltu erityisesti neurologisten vammojen tai sairauksien, kuten aivoverenkiertohäiriöiden, selkäydinvammojen tai aivovammojen kuntoutukseen. Edellä mainituissa kävelykyky voi usein olla heikentynyt, jolloin Lokomatin avulla voidaan auttaa harjoittamaan kävelyä turvallisesti kontrolloidun ja ohjatun liikkeen ansiosta. Lokomat mahdollistaa tarkan ja toistettavan kävelysimulaation, säädettävät harjoittelun intensiteetin ja vaikeustason, sekä mahdollisuuden seurata käyttäjän edistymistä kuntoutuksen aikana. (Hocoma 2024.)

Hocoman (2024) mukaan Lokomat ohjaa ja tukee kuntoutujan alaraajojen liikettä juoksumatolla ulkoisen, yksilöllisesti säädettävän tukirangan avulla. Laitteen kehonpainoa kevennävä järjestelmä mahdollistaa riittävän painokevennyksen dynaamisesti kaikissa kävelysyklin vaiheissa turvallisesti ja luonnollisessa kävelyasennossa. Kehonpainon kevennystä ja laitteen tuen määrää voidaan säätää tarpeiden ja toimintakyvyn mukaan. Lokomatilla ammattilainen voi muokata kävelyn eri parametreja kuntoutujalle sopiviksi, ja kuntoutuja saa harjoittelun aikana reaaliaikaista palautetta kävelystä. Kävelyn lisäksi Lokomatilla voidaan harjoittaa muun muassa raajojen liikelaajuutta ja isometristä voimaa. Erilaisten pelillisten ominaisuuksien ansiosta harjoittelusta voidaan tehdä motivoivampaa ja mielekkäämpää.

Lokomatin vaikuttavuutta aivoverenkiertohäiriöiden jälkeisessä kuntoutuksessa on tutkittu, mutta näyttö sen hyödyistä perinteiseen fysioterapiaan verrattuna on ristiriitaista. Laadukkaita tutkimuksia aiheesta on rajallisesti ja useissa tutkimuksissa otannat ovat melko pieniä sekä tutkimusjoukot heterogeenisiä. Chon ym. (2015) satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa Lokomatilla harjoitelleet AVH-kuntoutujat onnistuivat parantamaan tasapainoa tilastollisesti merkitsevästi, toisin kuin verrokkiryhmä, jossa harjoiteltiin sairastumisen jälkeen ainoastaan perinteisen fysioterapian keinoin. Vastaavia tuloksia ovat raportoineet myös Wu ym. (2023), joiden katsauksessa todettiin Lokomat-harjoittelun parantavan tasapainoa tilastollisesti merkitsevästi perinteiseen fysioterapiaan nähden. Baronchellin ym. (2021) löydökset osittain tukevat tätä tutkimusnäyttöä, sillä heidän mukaansa Lokomat-harjoittelun hyöty tasapainon kehittämisessä on useimmissa tutkimuksissa vähintään yhtä suurta tavanomaiseen fysioterapiaan verrattuna. Toisaalta sekä Mehrholz ym. (2020) että Wu ym. (2023) toteavat, että merkittävää eroa kuntoutumisessa kokonaisuudessaan ei

Lokomat-harjoittelun ja perinteisen fysioterapian välillä näyttäisi olevan. Kuitenkin tavanomaiseen fysioterapiaan yhdistettynä Lokomat-harjoittelusta voi Mehrholzin ym. (2020) mukaan olla hyötyä aivoverenkiertohäiriöiden jälkeisessä kävelykuntoutuksessa.

Lokomat-kävelyrobotilla harjoittelun vaikutuksia on tutkittu myös muiden neurologisten sairauksien kuntoutuksessa. Köyhäjoki ym. (2024) toteavat, että selkäydinvamman kuntoutuksessa robottivälineistä kävelyharjoittelusta saattaa olla hieman hyötyä itsenäisen toimintakyvyn parantumisessa, mutta selvää vaikutusta kävelykykyyn siitä ei muihin harjoitusmuotoihin verrattuna ole löytynyt. Myöskään MS-taudin kuntoutuksessa Lokomatilla tai muilla kävelyroboteilla harjoittelulla ei vaikuttaisi olevan merkittävää eroa perinteisen fysioterapian hyötyihin verrattuna, mutta vaikeammin vammaisilla MS-tautia sairastavilla kävelyrobotilla harjoittelusta voi olla hyötyä toimintakyvyn edistämässä (Calabrò ym. 2021).

5.3 Pelilliset harjoitukset kuntoutuksessa

Pelillisiä harjoituksia on tutkittu neurologisen kuntoutuksen viitekehyksessä viime vuosina paljon. Edistysaskeleet interaktiivisen teknologian kehityksessä ovat tehneet uusista kuntoutuksen lähestymistavoista toteuttamiskelpoisia ja teoriassa pelillisellä kuntoutuksella on paljon potentiaalia vakiintua laajempaankin käyttöön sen mahdollistaman kustannustehokkuuden, osallistavuuden ja intensiivisen harjoittelun ansiosta. (Tosto-Mancuso ym. 2022.)

Lokomat-kävelyrobotissa on virtuaalitodellisuutta hyödyntävä tietokone, jonka pelillisillä ja toiminnallisilla harjoituksilla kuntoutujia motivoidaan harjoitteluun ja harjoitteita varioidaan kuntoutumisen edistämiseksi. Lokomatin pelillisissä harjoituksissa käytetään ”Augmented Performance Feedback” -teknologiaa eli lisättyä todellisuutta, joka yhdistää todellisen ja virtuaalisen maailman toisiinsa. (Hocoma 2024.) Lisätty todellisuus on reaaliaikaisesti vuorovaikutteista, jolloin käyttäjä saa suorituksestaan näytön kautta välitöntä palautetta. Lisätyssä todellisuudessa todelliseen ympäristöön voidaan lisätä virtuaalisia elementtejä, esineitä tai kohteita erilaisten näyttöjen ja mobiililaitteiden avulla. Siinä todellista maailmaa voidaan käsittää paremmin lisätyn informaation, kuten graafisten elementtien, animaatioiden tai muistiinpanojen avulla. (Ilves ym. 2022, 27.)

Pelillisissä harjoituksissa käytetään usein apuna virtuaalitodellisuutta. Virtuaalitodellisuudella (VR) tarkoitetaan tietokoneohjelmoitua virtuaalista ympäristöä, jossa käyttäjä on reaaliaikaisesti vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa (Hamad & Jia 2022). Virtuaalitodellisuuteen liittyy yleensä erilaisia aistiärsyksiä, kuten kuuloon, visuaalisuuteen ja kosketukseen liittyviä elämyksiä (Ilves ym. 2022, 24). Kuntoutusalalla virtuaalimaailmaa hyödyntävien pelillisten harjoitusten sijasta saatetaan myös käyttää nimityksiä hyötypelaaminen, pelillistäminen ja liikekontrolloitu videopeliharjoittelu. Näillä ei yleensä tarkoiteta suoranaisesti

pelien pelaamista, vaan peleistä tuttujen ominaisuuksien liittämistä osaksi muuta palvelua tai menetelmää (Holopainen 2015). Niissä tavoitteena on usein viihteellisyyden sijasta esimerkiksi oppimisen edistäminen ja harjoitteluun motivointi (Ilves ym. 2022, 26).

Saeedin ym. (2021) mukaan aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien keskuudessa suosituimpia ovat virtuaalitodellisuutta hyödyntävät pelilliset harjoitukset. Eniten pelillisiä harjoituksia käytetään tasapainon, raajojen liikkuvuuden ja lihasvoiman kehittämiseen. Virtuaali maailmassa harjoittelu koetaan motivoivaksi miellyttävien ympäristöjen ja oikean elämän tehtäviä simuloivien harjoitusten ansiosta. Näytön kautta saatava välitön palaute rohkaisee kuntoutujia osallistumiseen ja itsensä haastamiseen menestyäkseen peleissä.

Myös Tosto-Mancuso ym. (2022) toteavat, että pelillisten harjoitusten hyötyjä kuntoutuksessa ovat keinotekoisien ympäristöjen kiinnostavuus ja moninaisuus sekä mahdollisuus harjoittelun vaikeusasteen reaaliaikaiseen muokkaamiseen. Pelilliset harjoitukset voivat mahdollistaa kuntoutuksessa perinteistä fysioterapiaa enemmän tehtäväkeskeisiä ja tarkoituksenmukaisia liikkeitä korkealla intensiteetillä sekä lisätä harjoittelun mielekkyyttä ja motivaatiota. Pelillisten harjoitusten vaikutusten kuntoutujan motoriikkaan ja toimintakykyyn on havaittu olevan positiivisia pitkällä aikavälillä myös aivoverenkiertohäiriöiden kroonisessa vaiheessa, jolloin tyypillisesti motorinen palautuminen on jo hidastunut.

Tosto-Mancuson ym. (2022) mukaan pelillisten harjoitusten hyödyntäminen kuntoutuksessa on tutkitusti tehokasta aivoverenkiertohäiriöiden jälkeisten motoristen oireiden sekä päivittäisten toimien kohentumisessa. Myös Kallio ym. (2020) toteavat, että tämän hetken tutkimustieto tukee pelillisten harjoitusten hyödyntämistä aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa. Kuntoutuksessa pelillisyyttä hyödyntävät harjoitukset voivat tehdä harjoittelusta monipuolisempaa ja aktiivisempaa sekä edistää harjoitteluun sitoutumista, osallistumista ja sen tavoitteellisuutta (Holopainen 2015; Hiekkala ym. 2020). Pelillisiä harjoituksia hyödyntämällä voidaan myös säästää aikaa ja vähentää kuntoutusalan ammattilaisten työkuormaa (Saeedi ym. 2021).

Aivoverenkiertohäiriöiden aiheuttamien neuroplastisten muutosten korjaantuminen sekä motoristen yhteyksien uudelleenmuodostuminen vaativat riittävän intensiivistä kuntoutusta, mutta tutkimusten mukaan perinteisen fysioterapian keinoin ei välttämättä päästä riittäviin annostuksiin toiminnallisia ja tehtäväkeskeisiä harjoituksia (Beyaert ym. 2015; Tosto-Mancuso ym. 2022). Usein perinteisen kuntoutuksen riittämättömyyden taustalla ovat kuntoutujan motivaation ja sitoutumisen puute, jolloin harjoitusten intensiteetti ja toistot jäävät pieniksi. Pelillisten harjoitusten ollessa riittävän mukaansatempaavia ja motivoivia, voi harjoittelu vaikuttaa täten myös kuntoutuksessa saavutettaviin tuloksiin. (Tosto-Mancuso ym. 2022.)

Erilaisia pelillisiä harjoituksia on kokeiltu kuntoutuksessa laajalti niin laboratorio-olosuhteissa, kuntoutuslaitoksissa, kuin myös kuntoutujien kotiympäristöissä. Tällä hetkellä kuntoutuksessa käytettävissä pelillisissä harjoituksissa hyödynnetään suurelta osin kaikkien saatavilla olevia pelikonsoleita ja niiden lisävarusteita, kuten Nintendo Wii, PlayStation, Xbox ja Kinect. On kuitenkin havaittu, että kuntoutuksessa pelillisten harjoitusten tulisi olla suunniteltu kyseiseen käyttötarkoitukseen, jotta käyttäjien toimintakyvyn rajoitteet, harjoitusten tarkoituksenmukaisuus ja kuntoutujan motivaatio voidaan huomioida harjoittelussa paremmin. (Mubin ym. 2019.)

Pelillisten harjoitusten yhdistämistä robottivälineeseen kuntoutukseen on viime vuosina hyödynnetty enenevässä määrin, ja aihetta on tutkittu runsaasti erityisesti yläraajojen kuntoutuksen osalta. Robottivälineeseen harjoitteluun on lisäksi yhdistetty kuntoutuksessa muun muassa virtuaalitodellisuutta, lisättyä todellisuutta ja erilaisia muita räätälöityjä pelillisiä elementtejä niin kävelyn, kun myös muiden kehon toimintojen harjoittamiseksi. (Mubin ym. 2019.) Tosto-Mancuson ym. (2022) mukaan pelillisten harjoitusten varjopuolena kuitenkin on, että ne eivät sovi kaikille. Sitoutumista pelilliseen harjoitteluun voivat vähentää kuntoutujan motivaation puute, heikot tekniset taidot sekä kognition tai mielialan lasku. Kaikki eivät pidä pelejä mielekkäinä tai kiinnostavina, jolloin heitä voi olla vaikeampaa sitouttaa harjoitteluun.

5.4 Pelilliset harjoitukset ja kävelyrobotiikka

Kävelykuntoutuksessa robotiikkaa ja pelillisiä harjoituksia yhdistetään yleisimmin aivoverenkiertohäiriöiden, aivovammojen, Parkinsonin taudin, CP-vamman ja MS-taudin kuntoutuksessa. Kävelyrobotiikan ja pelillisten harjoitusten yhdistämisen hyötynä nähdään sen mahdollistama korkean intensiteetin harjoittelu sekä kustannustehokkuus. (De Miguel-Rubio ym. 2022.) Erilaisia pelillisiä harjoituksia hyödynnetään kävelykuntoutuksessa myös harjoittelun varioimiseksi ja sen kiinnostavuuden lisäämiseksi. Monipuolisella harjoittelulla kuntoutuksessa voidaan saada hyviä tuloksia näin monen eri motorisen taidon osalta. Kävelyrobotiikan ja pelillisten harjoitusten yhdistämisestä on saatu lupaavia tuloksia erityisesti harjoitteluun sitoutumisen, uppoutumisen ja motivaation lisääntymisen ansiosta. Virtuaali- maailmaa harjoittelussa hyödyntävät kävelyrobotit antavat käyttäjälleen välittömän palautteen, minkä on myös osaltaan todettu lisäävän harjoittelun kiinnostavuutta. (Mubin ym. 2019.)

Akinci ym. (2024) tutkivat satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessaan Lokomat-kävelyrobotin ja virtuaalitodellisuutta hyödyntävien pelillisten harjoitusten vaikutusta aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien kognitioon, päivittäiseen aktiivisuuteen ja koettuun elämälaatuun. Kuntoutujat harjoittelivat kuuden viikon intervention aikana toisessa ryhmässä

Lokomat-kävelyrobotilla pelillisiä harjoituksia hyödyntäen perinteisen fysioterapian ohella, kun verrokkiryhmässä AVH-kuntoutujat harjoittelivat ainoastaan perinteisen fysioterapian keinoin. Tutkimuksessa havaittiin kävelyrobotilla harjoitteleiden elämänlaadussa ja päivittäisessä aktiivisuudessa huomattavaa parannusta verrokkiryhmään nähden. Sen sijaan kognition kehittämisessä ei ryhmien välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

6 Tavoite, tarkoitus ja tutkimuskysymys

Katsauksen tavoitteena on lisätä kuntoutusalan ammattilaisten tietoa Lokomat-kävelyrobotin pelillisten harjoitusten hyödynnettävyydestä aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneiden kävelykuntoutuksessa ja kehittää tulevaisuudessa neurologisen kuntoutuksen käytänteitä näyttöön perustuen. Tarkoituksena on selvittää systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla pelillisten harjoitusten vaikutuksia aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien tasapainoon ja kävelyn laatuun Lokomat-harjoittelussa.

Tutkimuskysymykset:

- 1) Minkälaisia pelillisiä harjoituksia Lokomat-kävelyrobotilla toteutetussa kuntoutuksessa hyödynnetään?
- 2) Minkälaisella harjoitusmäärällä ja intensiteetillä aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvat Lokomat-kävelyrobotilla harjoittelevat?
- 3) Miten Lokomat-kävelyrobotin pelilliset harjoitukset vaikuttavat aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien tasapainoon?
- 4) Miten Lokomat-kävelyrobotin pelilliset harjoitukset vaikuttavat aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien kävelyn?

7 Kirjallisuuskatsauksen toteuttaminen

7.1 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan luoda näyttöön perustuvaa tietoa, rakentaa teoreettista viitekehystä aihealueen ympärille ja tunnistaa ongelmia. Tutkimusmenetelmänä kirjallisuuskatsaus kuuluu kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tekniikan yhdistelmään. Kirjallisuuskatsaus on järjestelmällinen ja toistettavissa oleva metodi, jolla valmiiksi olemassa olevaa laadukasta tutkimustietoa voidaan kriittisesti arvioida ja tehdä siitä johtopäätöksiä. (Salminen 2023, 3–4.)

Kirjallisuuskatsauksen tyypeistä opinnäytetyö toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on nykyään terveydenhuoltoalalla paljon käytetty metodi näyttöön perustuvan päätöksenteon lisääntyä (Vilkkä 2023, 27). Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on luoda tyhjentävä, puolueeton ja toistettavissa oleva kokonaiskuva tarkkaan tutkimuskysymykseen saatavissa olevista tutkimuksista. Kyseinen menetelmä sopii käytettäväksi silloin, kun halutaan koota tietoa yhteen tai luoda synteisiä vertaisarvioituista alkuperäistutkimuksista. (Vilkkä 2023, 20.) Salmisen (2023, 15) mukaan systemaattinen kirjallisuuskatsaus sopii myös tieteellisten tulosten kannalta tärkeiden tutkimusten seulontaan. Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa tulee käyttää mahdollisimman läpinäkyviä, järjestelmällisiä ja tarkkoja menetelmiä, jotta katsauksesta saadaan luotettava ja toistettava (Vilkkä 2023, 20). Mahdollisten virheiden ja harhojen välttämiseksi kirjoittajan tulee olla puolueeton ja objektiivinen koko prosessin ajan (Efron & Ravid 2019, 20). Merkittävien tutkimustulosten saamiseksi systemaattisen kirjallisuuskatsauksen vahvuuksia ovat sen vaatimukset tieteellisyydestä sekä selkeä raportointi (Salminen 2023, 16).

Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa mukaan valitaan tarkan hakuprosessin jälkeen vain tarkoituksenmukaisimmat ja laadukkaimmat alkuperäistutkimukset, joilla pystytään vastaamaan asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Tutkimuskysymysten tulee olla täsmällisiä, eivätkä ne voi muuttua enää myöhemmin prosessin aikana, toisin kuin kuvailevissa kirjallisuuskatsauksissa. Tarkoituksena on luoda kokonaiskuva siitä, mitä aiheesta tiedetään, ei tiedetä tai miten aikaisempi tieto aiheesta on muuttunut. (Aveyard 2018; Vilkkä 2023, 27.) Systemaattinen katsaus mahdollistaa myös tutkimustulosten esittämisen tiiviissä muodossa ja se voi nostaa esiin uusia tutkimustarpeita (Aveyard 2018; Salminen 2023, 16). Systemaattisen katsauksen tuloksia yhdistelemällä voidaan luoda ohjeita ja suosituksia terveydenhuollon ammattilaisille (Vilkkä 2023, 27).

Salmisen (2023, 16–17) mukaan systemaattinen kirjallisuuskatsaus ohjaa prosessin aikana sekä tiedon etsimistä ja arviointia, että myös tulosten yhteenvedoa ja synteessin luomista. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen vaiheita ovat tutkimuskysymyksen asettaminen, tietokantojen valinta, hakutermien määrittely, hakutulosten seulonta, laadun arviointi, katsauksen tekeminen ja viimeisenä tiedon syntetisointi. Systemaattisuus luo menetelmälle kriteerejä, jotka lisäävät sen laatua ja tieteellistä uskottavuutta. Systemaattista kirjallisuuskatsausta voidaan hyödyntää näyttöön perustuvassa päätöksenteossa, joka tarkoittaa tehokaimman ja parhaimman toimintatavan löytämistä tieteellisen tutkimuksen tuloksia hyödyntäen.

Opinnäytetyön menetelmäksi valikoitui systemaattinen kirjallisuuskatsaus, koska lähtökohdiana on tarve teoreettisen viitekehyksen rakentamiselle aiheen ympärille. Kun tavoitteena on lisätä tietoa ja muodostaa näyttöön perustuvia suosituksia tarkasti rajatusta aiheesta, systemaattinen kirjallisuuskatsaus on tähän luotettava menetelmä. Menetelmän avulla voidaan selvittää mitä aiheesta tällä hetkellä tiedetään ja tuottaa uutta tietoa kuntoutuskäytäntöjen kehittämiseksi. Systemaattiselle kirjallisuuskatsaukselle on tyypillistä erilaisten teorioiden ja hypoteesien testaaminen sekä vaikuttavuuden ja syy-seuraussuhteiden arviointi (Efron & Ravid 2019, 25), mistä syystä se on sopiva menetelmä vastaamaan tämän opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin. Luomalla ammattilaisten käyttöön suositukset ajankohtaisesta aiheesta voidaan mahdollisesti tulevaisuudessa pystyä paremmin vastaamaan neurologisen kuntoutuksen kasvavaan tarpeeseen. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tarkkojen ja järjestelmällisten menetelmien ansiosta voidaan saada mahdollisimman luotettavia ja yleistettäviä tuloksia tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi (Vilka 2023, 27).

7.2 Hakustrategian suunnittelu ja toteutus

Tiedonhaku katsausta varten toteutettiin huhtikuussa 2024. Katsauksessa käytettäviksi tietokannoiksi valikoituivat PubMed, PEDro (Physiotherapy Evidence Database) ja EBSCO Cinahl, jotka ovat kaikki fysioterapian tai sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuksia sisältäviä tietokantoja. Kyseiset tietokannat antoivat koehakujen perusteella kattavimmin katsausta käsittelevän aihealueen ajankohtaisia alkuperäistutkimuksia.

Tutkimuskysymysten pohjalta määriteltiin aineiston hakua varten englanninkieliset hakusanat ja niiden käyttökelpoisuus arvioitiin koehakujen yhteydessä. Tutkimuskysymyksistä hakusanoja muodostettiin PICOS-mallin avulla MeSH (Medical Subject Headings) -tietokantaa hyödyntäen taulukon 1. mukaisesti. MeSH-tietokanta on Yhdysvaltain kansallisen lääketieteen kirjaston (National Library of Medicine) ylläpitämä sanasto lääketieteessä käytettyjen termien luokitteluun helpottamaan tiedonhakua ja tietokantojen käyttöä (National Library of Medicine 2024). PICOS on hakustrategia systemaattisen kirjallisuuskatsauksen

tiedonhaun rungon hahmottamiseksi ja sen avulla tutkimuskysymys voidaan pilkkoa pie-
nempiin osiin sekä tunnistaa keskeiset käsitteet aihealueittain. PICOS koostuu sanoista po-
pulation (kohderyhmä), intervention (interventio), comparison (vertalukohde), outcome (tu-
los) ja study design (tutkimusmetodi). (Methley ym. 2014.)

TUTKIMUS- KYSYMYS	P (Population)	I (Intervention)	C (Comparison)	O (Outcome)	S (Study design)
	AVH-kuntoutujat	Lokomat-kävely- robotin pelilliset harjoitukset	Harjoittelu ilman kävelyrobotiikkaa tai pelillisiä harjoi- tuksia	Tasapainon ja kävelyn vali- doidut mittarit	Satunnais- tettu kontrol- loitu tutkimus (RCT), RCT- pilottitutki- mukset
HAKUSANAT	Stroke, post- stroke, cerebro- vascular, brain vascular acci- dent	Lokomat, exo- skeleton, robot- assisted, serious game, gaming, gamification, game-like, exer- gaming, virtual re- ality, augmented reality			

Taulukko 1. PICOS-hakustrategia

Alkuperäistutkimuksista mukaan hyväksyttiin vain ne, joissa kohderyhmänä olivat aivove-
renkiertohäiriöihin sairastuneet yli 18-vuotiaat henkilöt. Tarkempaa rajausta esimerkiksi iän,
liitännäissairauksien tai AVH:n vaiheen mukaan ei kuitenkaan tehty riittävän kattavan ai-
neiston löytymiseksi. Mukaan sallittiin sekä laboratorio-olosuhteissa, että sairaalaympäris-
töissä ja kuntoutuslaitoksissa toteutetut interventiot, joissa oli hyödynnetty Lokomat-käve-
lyrobottia ja sen pelillisiä harjoituksia. Pelillisillä harjoituksilla tarkoitettiin katsauksessa Lo-
komat-kävelyrobottiin kiinteästi kuuluvia pelejä ja pelillisiä harjoitteluominaisuuksia. Pois
suljettiin robottiväesteen kävelykuntoutuksen yhteydessä käytetyt muut mahdolliset pelit
ja interaktiivisen teknologian ratkaisut. Aihetta käsittelevien alkuperäistutkimusten vähäisen
määrän vuoksi kontrolliryhmän interventioksi hyväksyttiin sekä perinteinen fysioterapia, että
kävelykuntoutus robotiikkaa hyödyntäen ilman pelillisiä harjoituksia. Kävelyn ja tasapainon

tulosmuuttujien mittaamiseksi hyväksyttiin vain validoituja mittareita, kuten FAC, 10 metrin kävelytesti, kuuden minuutin kävelytesti, Bergin tasapainotesti ja TUG (timed up and go). Mikäli alkuperäistutkimuksessa oli määritelty kävelylle ja tasapainolle useita päätulosmuuttujia, raportoitiin nämä kaikki erikseen jokaisesta tutkimuksesta. Mikäli kävelyä ja tasapainoa mitattiin toissijaisina tulosmuuttujina, raportoitiin tutkimuksesta ainoastaan nämä.

Tutkimuskysymysten perusteella muodostetuilla hakusanoilla testattiin maaliskuussa 2024, missä tietokannoissa ne toimivat ja tuottavat aihealueeseen sopivia tuloksia. Näin pystyttiin määrittelemään, mistä sähköisistä tietokannoista kirjallisuuskatsauksen valittavia lopullisia tutkimuksia lähdetään hakemaan. Koehakuja tehtiin PubMed-, ScienceDirect-, PEDro-, Medline- ja EBSCO Cinahl –tietokantoihin. ScienceDirect ja Medline eivät vaikuttaneet saatujen hakutulosten perusteella tuovan lisäarvoa katsaukseen, mistä syystä niitä ei valittu varsinaisessa tiedonhaussa käytettäväksi tietokannoiksi.

PICOS-kriteerien lisäksi tutkimuksille määriteltiin sisäänotto- ja poissulkukriteerit ohjaamaan aineiston seulontaa. Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa hakustrategian suunnittelu ja alkuperäistutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerien määrittely ennalta on tärkeää mahdollisimman johdonmukaisten ja puolueettoman aineistonvalintaprosessin toteutumiseksi. Yhtenäiset ja ennalta määritellyt kriteerit alkuperäistutkimuksille lisäävät myös tulosten luotettavuutta. (Garg 2016; Aveyard 2018.) Koska katsaukseen haluttiin vain ajan tasaisia alkuperäistutkimuksia, valittiin mukaan ainoastaan vuosien 2014–2024 aikana julkaistuja RCT- ja RCT-pilottitutkimuksia. Luotettavuuden lisäämiseksi ja laadun varmistamiseksi alkuperäistutkimusten tuli olla vertaisarvioituja. Niiden tuli lisäksi olla julkaistu joko suomen tai englannin kielellä, jotta tutkija pystyi niitä käsittelemään. Aineistojen koko tekstiin tuli olla maksuton pääsy oppilaitoksen tunnuksilla ja siinä tuli vastata haluttuihin tutkimuskysymyksiin. Alkuperäistutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit on esitetty taulukossa 2.

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Julkaistu vuosina 2014–2024	Yli 10 vuotta vanhat julkaisut
Vertaisarvioitu	Ei vertaisarvioitu
Kielenä suomi tai englanti	Kielenä muu kuin suomi tai englanti
Maksuton pääsy LAB-tunnuksilla koko tekstiin	Maksullinen pääsy, koko teksti ei saatavilla
Aikuiset tutkittavat	Alle 18-vuotiaat
Aivoverenkiertohäiriön sairastaneet	Muut neurologiset sairaudet
RCT-tutkimukset, RCT-pilottitutkimukset	Muut tutkimustyytit, kuten laadulliset tutkimukset, tutkimussuunnitelmat ja kirjallisuuskatsaukset

Taulukko 2. Määritellyt sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Valituista hakusanoista muodostettiin hakulausekkeita kunkin valitun tietokannan mukaisesti. Hakulausekkeissa käytetyt hakusanat valikoituivat sen mukaan, mitkä olivat tuottaneet koehauissa eniten tarkoituksenmukaisia osumia kustakin tietokannasta. Hakulausekkeet muodostettiin Boolean operaattoreiden AND, OR ja NOT avulla rajaamaan hakutuloksia. Kussakin tietokannassa käytetyt hakulausekkeet ja hakujen rajaukset on esitetty taulukossa 3. Ennen varsinaista tiedonhaku hakulausekkeita testattiin, jotta varmistettiin että niillä pystytään vastaamaan alkuperäisiin tutkimuskysymyksiin. Tiedonhaku suoritettiin huhtikuussa 2024 suunnitelman mukaisesti.

TIETOKANTA	HAKULAUSEKKE JA HAKUJEN RAJAUKSET	HAKUTULOJEN LUKUMÄÄRÄ
PubMed	(lokomat OR exoskeleton OR robotic OR robot-assisted OR "virtual reality" OR "serious game") AND (stroke OR "cerebrovascular accident") Rajaus: Randomized Controlled Trial, 2014–2024	N=424
PEDro	Stroke AND robotic Rajaus: Clinical trial, 2014–2024	N=94
EBSCO Cinahl	SU (stroke OR SU "cerebrovascular accident") AND SU (lokomat OR SU exoskeleton OR SU robotic OR SU robot-assisted OR SU "virtual reality" OR SU "serious game") Rajaus: Full Text; Publication Date: 20140101–20241231; Peer Reviewed; Randomized Controlled Trials	N=404

Taulukko 3. Hakulausekkeet ja rajaukset tietokannoittain

Tiedonhaussa PubMedista ja PEDrosta löytyi sopiva määrä hakutuloksia rajaamalla aineistoa ainoastaan julkaisuajankohdan ja tutkimustyyppin mukaan. Cinahlissa sen sijaan hakua jouduttiin rajaamaan tiukemmin hakutulosten suuren määrän vuoksi. Cinahl-tietokannassa haku rajattiin yhtä lailla julkaisuajankohdan ja tutkimustyyppin mukaan, mutta lisäksi rajattiin hakua niin, että alkuperäistutkimuksista tuli olla koko teksti saatavilla, sen tuli olla vertaisarvioitu ja hakulausekkeen hakutermien tuli löytyä tutkimuksen asiasanoista. Näin saatiin hakutulosten määrää rajattua useista tuhansista moninkertaisesti pienemmäksi ja tarkoituksenmukaisemmaksi.

Alkuperäistutkimusten seulonta toteutettiin huhti-toukokuun 2024 aikana yhden tutkijan toimesta. Tiedonhaku suoritettiin ensin valituista tietokannoista 24.4. ja kaikki saadut viitteet

listattiin samaan Excel-tiedostoon. Tutkimusten kaksoiskappaleet haettiin ja poistettiin tiedostosta manuaalisesti järjestämällä alkuperäistutkimukset aakkosjärjestykseen. Excel-tiedostosta alkuperäistutkimukset seulottiin aluksi otsikkotasolla tunnistamalla aihepiiriä käsittelevät RCT- ja RCT-pilottitutkimukset. Jo otsikkotason seulonnassa alkuperäistutkimuksista karsiutui pois huomattavan suuri määrä, sillä valtaosa hakutuloksista käsitteli yläraajakuntoutusta. Valituista tutkimuksista haettiin abstraktit ja aineisto seulottiin tunnistamalla abstraktien perusteella ne alkuperäistutkimukset, joissa on käytetty haluttuja menetelmiä. Mukaan valittu aineisto luettiin seuraavaksi koko tekstin tasolla, jolloin vielä seulottiin joukosta mukaan vain ne tutkimukset, joissa haluttujen tulosmuuttujien avulla pystyttiin vastaamaan asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Kunkin seulonnan vaiheen jälkeen tehtiin tarkistusseulonta seuraavana päivänä varmistamaan, että huolimattomuusvirheiltä oli välttytty ja kaikki tarkoituksenmukaiset alkuperäistutkimukset oli saatu mukaan. Seulontaprosessin loppuun jäljellä oli katsaukseen sisällytettävät alkuperäistutkimukset.

7.3 Aineiston arviointi

Alkuperäistutkimusten laatua arvioitiin systemaattiselle kirjallisuuskatsaukselle sopivan laadunarviointimenetelmän avulla. Laadunarviointi tarkoittaa, että jokainen valittu alkuperäistutkimus arvioidaan erikseen ja yksityiskohtaisesti. Laadunarvioinnissa huomiota kiinnitetään muun muassa tutkimuskysymykseen, tutkimuksen tarkoituksenmukaisuuteen, tavoitteeseen, luotettavuuteen, validiteettiin, sovellettavuuteen ja yleistettävyyteen sekä käytettyihin menetelmiin. (Vilkkä 2023, 92–93.)

Tämän katsauksen laadunarvioinnissa käytettiin Joanna Briggs –instituutin (JBI) julkaisemia arviointikriteereitä satunnaistetun kontrolloidun tutkimuksen arviointikriteeristöjen osalta. Kyseisessä laadunarviointimenetelmässä kriteerien toteutuminen arvioidaan asteikolla Kyllä (K), Ei (E), Epäselvä (?) ja Ei sovellettavissa (NA). JBI:n arviointikriteeristöissä RCT-tutkimuksille sisältävät muun muassa intervention lähtöasetelman, tulosmuuttujien mittaamisen ja käytettyjen menetelmien luotettavuuden tarkastelua. Alkuperäistutkimusten laadunarviointi suoritettiin toukokuussa 2024 yhden tutkijan toimesta.

7.4 Aineiston analysointi

Tiedonhaun ja laadunarvioinnin jälkeen katsaukseen hyväksytyt alkuperäistutkimukset taulukoitiin ja taulukkoon kerättiin tiedot jokaisen tutkimuksen osalta oleellisista tiedoista. Taulukoitavia tietoja olivat tutkimuksen ensimmäinen kirjoittaja, julkaisuvuosi ja -maa, intervention kesto, tutkittavien määrä, aivoverenkiertohäiriön vaihe, koeryhmän intervention sisältö, kontrolliryhmän intervention sisältö, tulosmuuttujat kävelyn ja tasapainon osalta sekä

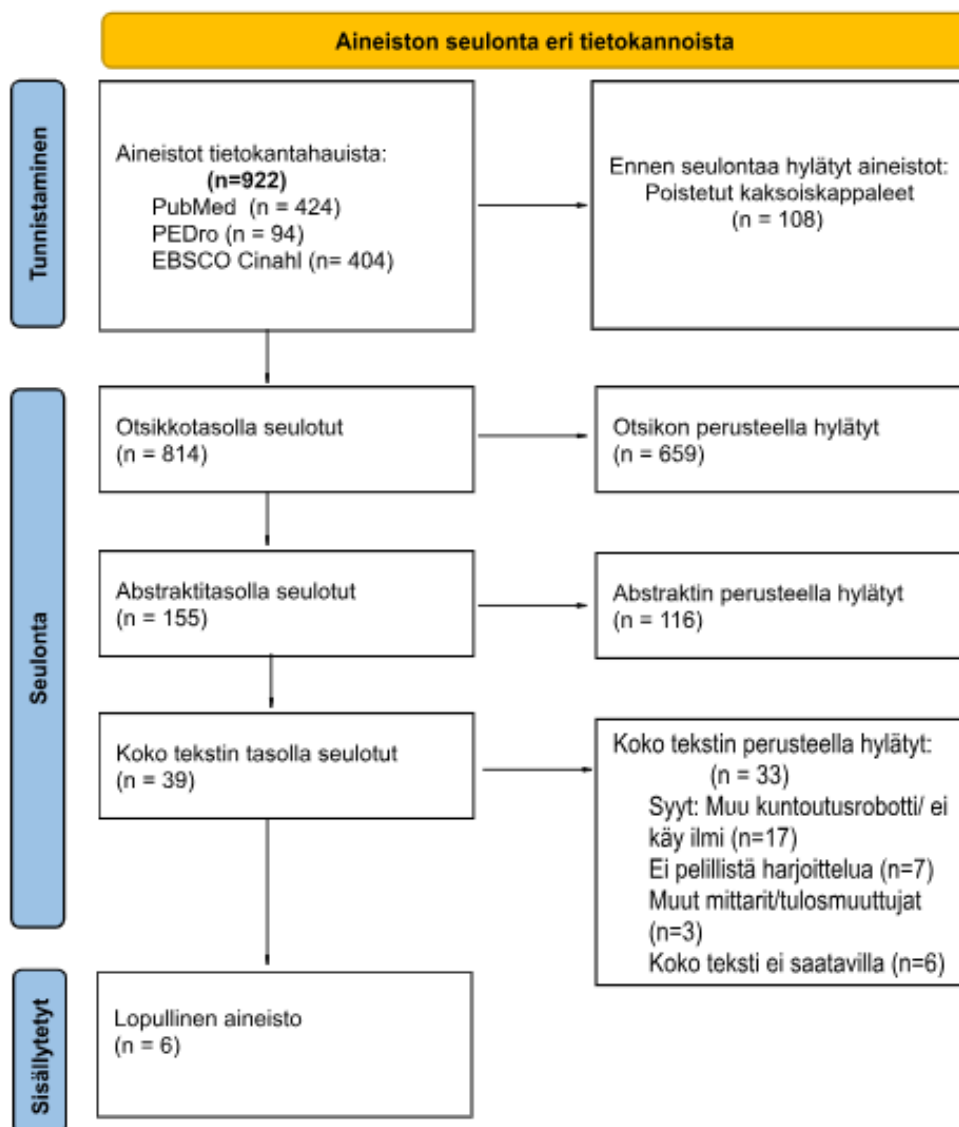
laadunarvioinnista saatu JBI-tulos. Taulukosta tehtiin kuvailevat analyysit tutkimuskysymysten mukaan.

Tulosmuuttujien analysoinnissa käytettiin vote counting -analyysimenetelmää. Kyseisen menetelmän avulla voidaan analysoida tilastollisesti merkitseviä tuloksia koe- ja kontrolliryhmän välillä yksittäisen tulosmuuttujan kohdalla. Menetelmässä tutkimus saa pisteen (+) aina koeryhmän tulosmuuttujien ollessa tilastollisesti merkitseviä kontrolliryhmään verrattuna. Mikäli taas tulosmuuttujan tulos on tilastollisesti merkitsevä kontrolliryhmän eduksi, saa kyseinen tutkimus miinuspisteen (-). Mikäli tulosmuuttujien tuloksissa ei koe- ja kontrolliryhmien välillä ole tilastollisesti merkitsevää eroa, merkitään tutkimukselle analyysissä nol-latulos (0). Pisteytyksen jälkeen tuloksia vertaamalla voidaan arvioida tutkitun intervention vaikuttavuutta. (Bushman & Wang 2009.) Vote counting -analyysin tulos (+ / - / 0) merkittiin taulukkoon erikseen kunkin tutkimuksen tulosmuuttujan kohdalle.

8 Tulokset

8.1 Katsaukseen valikoidut tutkimukset ja tutkittavat

Aineiston valintaprosessi on esitetty visuaalisesti kuviossa 2, joka on mukailtu ja vapaasti suomennettu Pagen ym. (2021) vuonna 2020 päivittämästä PRISMA-kaaviosta. PRISMA-kaavio (The Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) on visuaalinen työkalu systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineiston seulonnan kuvaamiseksi. Sen avulla voidaan tuottaa laadukasta ja avointa tutkimusta ja tehdä alkuperäistutkimusten valintaprosessista mahdollisimman läpinäkyvä ja toistettava. (Page ym. 2021.)



Kuvio 2. Aineiston valintaprosessi (mukailtu PRISMA 2024)

Kirjallisuuskatsauksen lopulliseksi aineistoksi valikoitui kuusi alkuperäistutkimusta (Bergmann ym. 2018; Park & Chung 2018; Yun ym. 2018; Choi 2022; Akinci ym. 2023; Bodur ym. 2024), jotka täyttivät kaikki PICOS- ja sisäänottokriteerit. Näistä viisi oli RCT-tutkimuksia ja yksi RCT-pilottitutkimus. Kolme alkuperäistutkimuksista oli tehty Koreassa, kaksi Turkissa ja yksi Saksassa. Kaikki valitut alkuperäistutkimukset olivat englanninkielisiä ja julkaistu vuosien 2018 ja 2024 välisenä aikana. Katsaukseen valitut alkuperäistutkimukset on esitelty taulukoksi koottuna liitteessä 1.

Valituissa alkuperäistutkimuksissa oli mukana yhteensä 208 aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvaa henkilöä, joissa osallistujien mediaani-ikä oli 58,6 (52,7–65) vuotta. Aivoverenkiertohäiriöiden tyyppi tai osallistujien sukupuoli ei käynyt ilmi kaikista alkuperäistutkimuksista. Osallistujien välillä oli suurta heterogeenisyyttä aivotapahtumasta kuluneen ajan osalta. Kuudesta valitusta tutkimuksesta kahdessa osallistujat olivat aivoverenkiertohäiriöiden subakuutissa vaiheessa, kolmessa kroonisessa vaiheessa ja yhdessä alkuperäistutkimuksessa oli mukana sekä kroonista että subakuuttia aivoverenkiertohäiriötä sairastavia. Osallistujien sairauden keston mediaaniaika oli 7,75 (1–32,5) kuukautta.

Kaikki valitut alkuperäistutkimukset saivat laadunarvioinnista melko korkeat pisteet, mikä tarkoittaa niiden olleen pääosin melko luotettavia ja asianmukaisesti toteutettuja. Kaikissa tutkimuksissa ryhmiin jakaminen oli satunnaistettu, ja sekä koe- että kontrolliryhmät olivat alkutilanteessa samankaltaisia. Kaikissa tutkimuksissa ryhmiä kohdeltiin yhdenmukaisesti lukuun ottamatta tutkittavaa interventiota, ja tutkittavat joko pysyivät mukana koko intervention ajan, tai pois pudonneiden tutkittavien aiheuttamat eroavaisuudet ryhmien välillä kuvattiin asianmukaisesti. Valituissa alkuperäistutkimuksissa muuttujia mitattiin kaikissa ryhmissä samalla tavalla. Alkuperäistutkimuksissa käytettiin soveltuvia tilastollisia menetelmiä ja koeasetelmat olivat tutkittavan aiheen näkökulmasta asianmukaiset. Sen sijaan tutkittavien sokkouttamista ei tapahtunut tai sitä ei raportoitu suurimmassa osassa alkuperäistutkimuksista, eikä lähtöryhmien mukaista analyysia raportoitu yhdessäkään tutkimuksessa. Alkuperäistutkimusten välillä oli eroavaisuuksia raportoinnissa muun muassa tutkittavien ryhmiin jakamisen salaamisessa jakoa toteuttaneilta, intervention toteuttajien sokkouttamisessa, tulosmuuttujien mittaajien sokkouttamisessa tutkittavien ryhmäjaosta sekä muuttujien luotettavassa mittaamisessa. Kokonaisuudessaan alkuperäistutkimukset olivat menetelmiltään melko laadukkaasti toteutettuja, mutta esimerkiksi puutteet sokkouttamisessa heikentävät tutkimusten laatua ja voivat vähentää tulosten luotettavuutta.

8.2 Lokomat-kävelykuntoutuksessa hyödynnetyt pelilliset harjoitukset

Valituissa alkuperäistutkimuksissa Lokomat-kävelykuntoutuksessa käytettyjen pelillisten harjoitusten raportointi ja niiden sisällön kuvailu oli moninaista. Vain yhdessä alkuperäistutkimuksessa käytetyt pelilliset harjoitukset esiteltiin pelien nimillä ja neljässä tutkimuksessa pelillisten harjoitusten sisältö esitettiin harjoituksia sanallisesti kuvailemalla. Yhdessä kuudesta alkuperäistutkimuksesta mainittiin pelillisten harjoitusten aktiivinen käyttö, mutta niiden sisältöä tai tyyppiä ei kuvailtu lainkaan.

Alkuperäistutkimuksissa, joissa pelillisiä harjoituksia oli kuvailtu, käytetyt harjoitukset vaikuttivat olevan sisällöltään keskenään hyvin samankaltaisia, vaikka käytetyissä harjoitteissa olikin tutkimusten välillä paljon vaihtelua. Pelillisiä harjoituksia raportoitiin yhteensä yhdeksän erilaista ja niistä vain kaksi oli samoja, joita oli käytetty myös toisessa valituista tutkimuksista. Muita seitsemää (78 %) pelillistä harjoitusta käytettiin ainoastaan yhdessä alkuperäistutkimuksessa ja yhdessä koeryhmässä. Alkuperäistutkimuksissa käytetyt pelilliset harjoitukset ja niillä harjoitelleiden koeryhmien lukumäärät on esitetty kuviossa 3.



Kuvio 3. Alkuperäistutkimuksissa käytetyt pelilliset harjoitukset ja niitä käyttäneiden koeryhmien lukumäärät

Yli puolet raportoiduista pelillisistä harjoituksista sisälsivät jonkin objektin, kuten kolikoiden, kukkien tai eläinten keräämistä virtuaalimaailmassa. Useassa harjoituksessa keräämiseen oli yhdistetty myös muita tehtäviä, kuten esteiden väistäminen, polulla pysyminen tai virtuaalisen vastustajan voittaminen. Kahdessa alkuperäistutkimuksessa pelillisenä harjoituksena oli ainoastaan hahmon liikkeiden seuraaminen, ja yhdessä hymynaamoilla palautteen ansaitseminen harjoitteluaktiivisuuden mukaan. Kahdessa tutkimuksista raportoitiin koeryhmien käyttäneen kahta tai useampaa erilaista pelillistä harjoitusta intervention aikana, kun muissa neljässä tuotiin esiin vain yksi harjoitus.

8.3 Harjoitusmäärä ja intensiteetti Lokomat-harjoittelussa

Lokomat-kävelyrobotilla toteutetun harjoitteluintervention keston mediaani alkuperäistutkimuksissa oli 6 (3–8) viikkoa. Kävelyrobotilla harjoiteltiin pelillisiä harjoituksia hyödyntäen neljässä (67 %) kuudesta tutkimuksesta kolmesti viikossa, ja kahdessa viidesti viikossa. Alkuperäistutkimuksissa harjoituskertojen yhteenlasketuissa lukumäärissä Lokomat-kävelyrobotilla pelillisiä harjoituksia hyödyntäen oli kuitenkin hajontaa eri mittaisten interventioiden vuoksi. Harjoituskertojen lukumäärän mediaani halutulla interventiolla oli 18 (12–30) harjoituskertaa. Valituissa alkuperäistutkimuksissa Lokomat-kävelyrobotilla harjoitteluun käytetty aika yhdellä harjoituskerralla oli keskimäärin noin 34 minuuttia.

Kävelyrobotin kehonpainon kevennyksen määrä raportoitiin jokaisessa tutkimuksessa, ja neljässä kuudesta sitä säädettiin yksilöllisesti harjoitteluintervention aikana kuntoutujan toimintakyvyn kehittyessä. Kahdessa alkuperäistutkimuksessa painokevennyksen määrä pysyi samana koko intervention ajan. Ainoastaan yhden tutkimuksen yhdessä kolmesta koeryhmästä kehonpainon kevennys oli 70 %, kun kaikissa muissa alkuperäistutkimusten koeryhmissä painokevennyksen määrä oli maksimissaan 50 % kuntoutujan omasta kehonpainosta.

Kolmessa (50 %) alkuperäistutkimuksessa raportoitiin käytettävän Lokomat-kävelyrobotin avustusominaisuutta, jossa laite mekaanisesti auttaa kuntoutujaa kaikkien liikkeiden suorittamisessa. Näissä kolmessa tutkimuksessa avustusta käytettiin 50–100 % verran, osassa avustusta tarpeen mukaan asteittain vähentäen. Muista alkuperäistutkimuksista ei avustuksen mahdollinen käyttäminen käynyt ilmi.

Kävelynopeutta raportoitiin säädettävän jokaisessa alkuperäistutkimuksessa yksilöllisesti kuntoutujan toimintakyky huomioiden, yleensä nopeutta lisäämällä harjoittelun edetessä. Neljässä alkuperäistutkimuksessa raportoitiin kävelyn aloitusnopeus, ja näissä mediaaninopeus harjoittelun aloitusvaiheessa oli 1,2 km/h (1,0–1,5 km/h). Kolmessa kuudesta alkuperäistutkimuksesta raportoitiin kävelyn maksiminopeus, ja näissä maksiminopeuden mediaani oli 2,5 km/h (2,4–2,5 km/h). Yhdessä tutkimuksista kävelynopeutta ei raportoitu lainkaan.

Lokomat-kävelyrobotilla toteutetun harjoitteluintervention lisäksi jokaisessa valitussa alkuperäistutkimuksessa koeryhmän kuntoutujat saivat myös perinteistä fysioterapiaa tai muuta aivoverenkiertohäiriöiden jälkeistä kuntoutusta. Muun kuntoutuksen sisältö ja intensiteetti ei kuitenkaan tutkimuksista käynyt ilmi. Viidessä kuudesta alkuperäistutkimuksesta raportoitiin harjoituskertojen määrä viikkotasolla, ja keskimäärin muuta kuntoutusta näissä viidessä tutkimuksessa saatiin neljänä päivänä viikossa.

8.4 Pelillisten harjoitusten vaikutukset tasapainoon ja kävelyyn

Valituissa alkuperäistutkimuksissa raportoitiin yhteensä 16 erilaista kävelyn ja tasapainon toiminnallista tai mekaanista mittaristoa, joiden tulokset huomioitiin aineistoa analysoitaessa. Valtaosa mitatuista ja katsaukseen hyväksytyistä tulosmuuttujista koeryhmien ja kontrolliryhmien välillä olivat neutraaleja, eli merkitsevää tilastollista eroa ei näiden ryhmien välillä havaittu. Yhdessäkään alkuperäistutkimuksessa ei todettu kontrolliryhmän saaneen koeryhmään verrattuna merkitsevästi parempia tuloksia kävelyn tai tasapainon osalta millään mittarilla mitattuna. Katsaukseen valituissa kuudessa alkuperäistutkimuksessa oli yhteensä 10 koeryhmää ja seitsemän kontrolliryhmää.

Tasapaino

Lokomat-kävelyrobotin pelillisten harjoitusten vaikutuksia aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien tasapainoon mitattiin neljässä (67 %) kuudesta alkuperäistutkimuksessa. Tasapainon mittaamiseen käytettiin kuutta erilaista validoitua mittaria, joista Bergin tasapainotesti oli ainoa, jota käytettiin kaikissa näissä neljässä alkuperäistutkimuksessa. Yun ym. (2018) ja Akinci ym. (2023) raportoivat Bergin tasapainotestissä ainoastaan tilastollisesti merkitseviä tuloksia koeryhmän eduksi, kun taas Choi (2022) sekä Park ja Chung (2018) raportoivat koeryhmästä ja kontrolliryhmästä riippuen sekä koeryhmän eduksi tilastollisesti merkitseviä tuloksia, että neutraaleja tuloksia ryhmien välillä. Näissä neljässä alkuperäistutkimuksessa Bergin tasapainotestin tuloksia vertailtiin yhteensä yhdeksän eri ryhmän välillä, joissa tulos oli tilastollisesti merkitsevä koeryhmän eduksi kuudessa (67 %) vertailuryhmässä.

Koeryhmän eduksi tilastollisesti merkitseviä tuloksia tasapainon osalta raportoitiin myös Yunin ym. (2018) alkuperäistutkimuksessa PASS (the Postural Assessment Scale for Stroke) -mittarilla, ja Akincin ym. (2023) tutkimuksessa StL (Limits of Stability) -mittarilla kahdessa kolmesta koeryhmästä. TUG (Timed Up and Go) -testillä saatiin positiivisia tuloksia koeryhmän eduksi kahdessa vertailuryhmässä ja neutraaleja tuloksia ryhmien välillä kolmessa vertailuryhmässä. P.S. C.E (Postural stability center of pressure velocity closed eyes) -testillä Akinci ym. (2023) raportoivat tilastollisesti merkitseviä tuloksia yhdessä kolmesta koeryhmästä, kun muissa kahdessa tulokset olivat neutraaleja. P.S. O.E (Postural stability center of pressure velocity opened eyes) -testillä tulokset olivat kaikissa kolmessa vertailuryhmässä tilastollisesti merkitsemättömiä. Yhteensä alkuperäistutkimuksissa tasapainon tulomuuttujia eri vertailuryhmien välillä ja eri mittareilla mitattiin 24, joista 12 (50 %) raportoitiin koeryhmän eduksi tilastollisesti merkitseviksi ja 12 (50 %) tilastollisesti merkitsemättömiksi.

Kävely

Lokomat-kävelyrobotin pelillisten harjoitusten vaikutuksia aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien kävelyyn mitattiin kaikissa valituissa alkuperäistutkimuksissa, yhteensä 10 eri tulomuuttujan avulla. Kävelynopeutta mitattiin 10 metrin kävelytestillä neljässä kuudesta tutkimuksesta, yhteensä yhdeksässä vertailuryhmässä. Tilastollisesti merkitseviä tuloksia koeryhmän eduksi kyseisellä mittarilla raportoivat Choi (2022) kaikissa kolmessa koeryhmässä, Akinci ym. (2023) yhdessä kolmesta koeryhmässä sekä Park ja Chung (2018) koeryhmässä toiseen kahdesta kontrolliryhmistä verrattuna. Bergmann ym. (2018) sen sijaan tutkimuksessaan raportoivat, ettei tilastollisesti merkitsevää eroa ryhmien välillä kävelynopeuden suhteen ollut. Yhteensä viidessä (56 %) yhdeksästä vertailuryhmästä raportoitiin koeryhmän kävelynopeuden kehittyneen kontrolliryhmään verrattuna tilastollisesti merkitsevästi.

Tilastollisesti merkitseviä tuloksia koeryhmän eduksi raportoitiin myös FMA (Fugl-Meyer Assessment) -mittarilla Parkin ja Chungin (2018) tutkimuksessa, jossa mittaristoa käytettiin vain alaraajojen tulosmuuttujien osalta. Sen sijaan Yun ym. (2018) käyttivät tutkimuksessaan koko mittaristoa, ja raportoivat tulosten olleen ryhmien välillä tilastollisesti merkitsemättömiä. Kestävyyttä kävelyn osalta mitattiin kahdessa alkuperäistutkimuksessa kuuden minuutin kävelytestillä, joista toisessa raportoitiin tulosten olleen koeryhmän eduksi positiivisia vain yhdessä kolmesta koeryhmästä. Toisessa alkuperäistutkimuksessa tulos oli ryhmien välillä neutraali, eli tilastollisesti merkitsevää eroa ei ollut. Kaikilla muilla kävelyn tulosmuuttujia mitanneilla mittareilla raportoitiin tulosten olleen koe- ja kontrolliryhmien välillä tilastollisesti merkitsemättömiä. Näin ollen merkitsevää eroa ryhmien välillä ei havaittu esimerkiksi askelpituuden, raideleveyden, kävelyn symmetrian tai askeleen tukivaiheen keston kehittämisessä.

9 Pohdinta

9.1 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen tarkoituksena oli systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla selvittää pelillisten harjoitusten vaikutuksia aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien tasapainoon ja kävelyn laatuun Lokomat-harjoittelussa. Tavoitteena oli katsauksen avulla lisätä kuntoutusalan ammattilaisten tietoa Lokomat-kävelyrobotin pelillisten harjoitusten hyödynnettävyydestä aivoverenkiertohäiriöihin sairastuneiden kävelykuntoutuksessa ja kehittää tulevaisuudessa neurologisen kuntoutuksen käytänteitä näyttöön perustuen. Tutkimukseen valikoitui seulontaprosessin jälkeen kuusi alkuperäistutkimusta, joiden tulosten perusteella vastattiin neljään asetettuun tutkimuskysymykseen.

Lokomat-kävelyrobotia ja sen vaikuttavuutta neurologisessa kuntoutuksessa on tutkittu viime vuosina melko paljon, mutta pelillisten harjoitusten hyödyntämistä kävelykuntoutuksessa on raportoitu varsin niukasti. Pelillisten harjoitusten on todettu vaikuttavan positiivisesti harjoittelun mielekkyyteen ja motivaatioon (Saeedi ym. 2021), mutta näyttö sen vaikuttavuudesta kuntoutumisen tuloksiin, kuten tasapainon kehittymiseen ja kävelyn parametreihin, on vielä vähäistä.

Aihetta käsitteleviä alkuperäistutkimuksia oli saatavilla hyvin rajallisesti, mistä syystä katsaus jouduttiin toteuttamaan melko pienestä määrästä tutkimuksia. Valitut alkuperäistutkimukset olivat keskenään hyvin heterogeenisiä niin koeryhmiltään, kontrolliryhmiltään, kuin myös menetelmiltään. Lisäksi alkuperäistutkimusten osallistujamäärät olivat poikkeuksetta huomattavan pieniä. Näin ollen yleistettäviä ja yksiselitteisiä vastauksia asetettuihin tutkimuskysymyksiin ei katsauksella pystytä antamaan. Tutkimuksen tulokset ovat kuitenkin hyvin samansuuntaisia aikaisempien aihetta käsittelevien tutkimustulosten kanssa, joissa on todettu, että Lokomat-kävelyrobotin pelilliset harjoitukset aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa eivät ole ylivoimainen interventio muihin kuntoutusmuotoihin nähden, mutta perinteiseen fysioterapiaan yhdistettynä siitä voi olla hyötyä etenkin tasapainon kehittämisen osalta (Cho ym. 2015; Mehrholz ym. 2020; Baronchelli ym. 2021). Lisää laadukkaita RCT-tutkimuksia aiheesta tarvitaan jatkossa luotettavan tutkimusnäytön saamiseksi.

Alkuperäistutkimuksissa käytetyt pelilliset harjoitukset Lokomat-kävelyrobotilla toteutetussa kuntoutuksessa olivat keskenään hyvin samankaltaisia, vaikka lähes kaikissa koeryhmissä raportoitiin käytettävän eri harjoitusta. Suurin osa pelillisistä harjoituksista sisälsivät jonkin objektin poimimisen, tai muun tehtävän kävelyn yhdistettynä. Toistettavien ja tehtäväkeskeisten harjoitusten on jo aikaisemmissa tutkimuksissa todettu edistävän motorista oppimista sekä toimintakyvyn kohentumista (Langhorne ym. 2009; Poli ym. 2013).

Tehtäväkeskeisten harjoitusten hyödyntämisen keinotekoisissa virtuaaliympäristöissä on myös todettu lisäävän harjoittelun mielekkyyttä ja sitoutumista sekä näin ollen mahdollistavan usein perinteistä fysioterapiaa intensiivisemmän harjoittelun (Saeedi ym. 2021; Tosto-Mancuso ym. 2022).

Harjoitusmäärää ja harjoittelun intensiteettiä Lokomat-kävelyrobotia ja sen pelillisiä harjoituksia hyödyntäen ei kaikissa alkuperäistutkimuksissa raportoitu yhtä tarkasti tai samoilla muuttujilla. Halutulla interventiolla harjoiteltiin joko kolmesti tai viidesti viikossa 20–60 minuutin ajan tutkimuksesta riippuen. Harjoittelussa käytettiin Lokomat-kävelyrobotin kehonpainekevennystä 0–70 % kuntoutujien omasta kehonpainosta, useimmissa koeryhmissä noin 50 %. Osassa painokevennystä vähennettiin harjoittelun edetessä ja osassa harjoiteltiin samalla kevennyksellä koko intervention ajan. Kävelynopeutta säädettiin jokaisessa alkuperäistutkimuksessa yksilöllisesti ja nopeutta lisättiin vähitellen. Kaikissa katsaukseen valituissa alkuperäistutkimuksissa Lokomat-harjoittelu yhdistettiin perinteiseen fysioterapiaan tai muuhun säännölliseen kuntoutukseen intervention aikana ja yhteensä harjoituskerroja viikkoon kertyi tutkimuksesta riippuen 5–8. Todhunter-Brownin ym. (2014) mukaan aivoverenkiertohäiriöiden subakuutissa vaiheessa harjoittelua tulisi tapahtua optimaalisen kuntoutumistuloksen saavuttamiseksi 5–7 päivänä viikossa 30–60 minuuttia kerralla, joten lähes kaikissa alkuperäistutkimuksissa harjoitusmäärät olivat aikaisemman tutkimuksen tulosten suosituksen mukaisia. Perinteisen fysioterapian yhdistämistä Lokomat-kävelykuntoutukseen tukee aikaisemmin saadut tutkimustulokset siitä, että aivoverenkiertohäiriöiden jälkeinen kuntoutus näyttäisi olevan vaikuttavinta erilaisia harjoittelumuotoja yhdistämällä (Poli ym. 2013; Todhunter-Brown ym. 2014; Loro ym. 2023).

Lokomat-kävelyrobotin ja sen pelillisten harjoitusten vaikutukset aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien tasapainoon eivät alkuperäistutkimusten tulosten perusteella olleet yksiselitteiset. Tasapainon tulosmuuttujia mitattiin eri alkuperäistutkimuksissa usealla erilaisella mittarilla, eikä interventio vaikuttanut kaikkiin tulosmuuttujiin samalla tavalla. 50 % tulosmuuttujista raportoitiin koeryhmän eduksi tilastollisesti merkitseviksi, eli tasapainon havaittiin parantuvan puolilla koeryhmistä intervention aikana. Sen sijaan loput 50 % tulosmuuttujista olivat koe- ja kontrolliryhmien välillä neutraaleja, eli tilastollisesti merkitsevää eroa ryhmien välillä ei ollut. Interventio ei siis vaikuttanut kaikkiin mitattuihin muuttujiin tai koeryhmiin yhtä voimakkaasti, vaan se oli tulosten perusteella toimiva vain osittain. Nämä tutkimustulokset vaikuttavat olevan linjassa jo aikaisemman näytön kanssa, sillä Wu ym. (2023) ovat todenneet kävelyharjoittelun Lokomat-kävelyrobotilla parantavan aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien tasapainoa tavanomaisen fysioterapian keinoin harjoitteluun nähden tilastollisesti merkitsevästi. Myös Baronchellin ym. (2021) mukaan Lokomat-harjoittelun hyöty tasapainon kehittämisessä perinteiseen fysioterapiaan nähden on vähintään yhtä suuri. Nykyisen

tutkimustiedon perusteella ei kuitenkaan pystytä sanomaan, onko aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa nimenomaan pelilliset harjoitukset olleet vaikuttava tekijä tasapainon kehitymisessä Lokomat-harjoitteluintervention aikana.

Lokomat-kävelyrobotin ja sen pelillisten harjoitusten vaikutukset aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien kävelyn eri parametreihin olivat tulosten mukaan pääosin neutraaleja. Lokomat-kävelyrobotin pelilliset harjoitukset tuottivat tilastollisesti merkitseviä parannuksia osalla koeryhmistä erityisesti kävelynopeudessa, mutta tulokset eivät olleet yhtenäisiä kaikilla mittareilla tai kaikissa tutkimuksissa. Muilla osa-alueilla, kuten kestävyuden ja motoristen toimintojen osalta tulokset olivat hajanaisia ja suurelta osin tilastollisesti merkitsemättömiä. Lokomat-kävelyrobotin pelilliset harjoitukset näyttävät olevan yhtä vaikuttavia aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien kävelyn parantumisessa muihin kuntoutusmuotoihin verrattuna. Tätä tutkimusnäyttöä tukevat myös aikaisemmat tutkimukset aiheesta, sillä Mehrholzin ym. (2020) sekä Wun ym. (2023) mukaan aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuville Lokomat-kävelyrobotilla toteutetun kävelykuntoutuksen ja perinteisen fysioterapian välillä ei merkitsevää eroa näyttäisi kuntoutumisen suhteen olevan.

Katsauksen tulokset Lokomat-kävelyrobotin pelillisten harjoitusten vaikuttavuudesta aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien tasapainoon ja kävelyn olivat hyvin samansuuntaiset aikaisempien Lokomat-kävelykuntoutusta koskevien tutkimustulosten kanssa, joten pelillisillä harjoituksilla ei vaikuttaisi olevan merkittävää roolia aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa. Tosto-Mancuson ym. (2022) mukaan pelillisten harjoitusten on todettu lisäävän harjoitteluun sitoutumista ja sen mielekkyyttä osalla kuntoutujista, mikä saattaa vaikuttaa positiivisesti myös kuntoutuksessa saavutettavaan tuloksiin. Toisaalta tehtäväkeskeisten ja toistettavien harjoitusten on huomattu tehostavan motorista oppimista ja sitä kautta toimintakyvyn kohentamista (Langhorne ym. 2009). Näin ollen tämän hetken tutkimustiedon valossa ei pystytä erottamaan, mikä Lokomat-harjoittelun osatekijöistä on kuntoutumisen kannalta merkittävimmin vaikuttava tekijä. Kuten jo aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, näyttöä minkään yksittäisen intervention ylivertauudesta muihin fysioterapian muotoihin verrattuna ei aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa ole löytynyt (Veerbeek ym. 2014; Warutkar ym. 2022; Yang ym. 2023).

9.2 Luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, joten tutkimuslupaa tai eettistä ennakoarviointia ei tarvittu. Yhteistyökumppanin ja oppilaitoksen kanssa tehtiin kuitenkin yhteistyösopimus, josta käy ilmi osapuolten vastuut ja velvollisuudet opinnäytetyön suhteen. Opinnäytetyö toteutettiin Tutkimuseettisen neuvottelukunnan laatiman hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti. Sekä oppilaitoksen että Tutkimuseettisen neuvottelukunnan toimintatapoja

noudatettiin koko prosessin ajan rehellisesti, tarkasti ja huolellisesti. Tiedonhankinta toteutettiin avoimin ja vastuullisin menetelmin ja tulokset raportoitiin sekä tallennettiin asetettuja vaatimuksia noudattaen. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023.)

Tässä katsauksessa eettiset toimintatavat huomioitiin tiedon rehellisellä ja luotettavalla keräämisellä ja raportoinnilla oppilaitoksen ohjeita noudattaen. Käytetyt menetelmät kuvattiin mahdollisimman läpinäkyvästi koko prosessin ajan ja tulokset esitettiin avoimesti ja puolueettomasti. Tutkimuksen suunnittelussa ja toteutuksessa pyrittiin objektiivisuuteen virheellisten tulosten välttämiseksi. Käytettyihin aineistoihin viitattiin täsmällisin lähdeviittein alkuperäisten kirjoittajien tai materiaalien omistajien kunnioittamiseksi. Kaikki tutkimusprosessin vaiheet kuvattiin huolellisesti ja rehellisesti, jotta voitiin lisätä katsauksen luotettavuutta ja toistettavuutta.

Kangasniemen ym. (2013, 297–298) mukaan kirjallisuuskatsauksessa tutkijan valintojen ja avoimen raportoinnin eettisyys korostuu. Aineiston valinnassa ja sen raportoinnissa tulee olla erityisen huolellinen, rehellinen ja oikeudenmukainen. Eettisyys ja luotettavuus liittyvät tiiviisti toisiinsa, ja niitä voidaan parantaa mahdollisimman läpinäkyvällä ja systemaattisella raportoinnilla prosessin jokaisessa vaiheessa. Aineiston valintaperusteet tulee olla selkeästi esitetty ja tutkimuksen tulokset liitetty riittävän kattavasti teoreettiseen viitekehykseen. Kirjallisuuskatsauksen johtopäätösten luotettavuutta voi heikentää se, etteivät tehdyt johtopäätökset ole yhdenmukaisia tai väitteet jätetään perustelematta riittävän kattavasti. Eettistä tutkimustapaa voidaan edistää hakuprosessin aikana taulukoimalla valikoidut tutkimukset huolellisesti ja virheettömästi (Vilka 2023, 99).

Kirjallisuuskatsauksen luotettavuuteen vaikuttaa tutkimuskysymyksen ja valitun aineiston perustelu sekä analyysin vakuuttavuus ja prosessin johdonmukaisuus (Kangasniemi ym. 2013, 292). Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa tietoa yhdistellään monista yksittäisistä tutkimuksista tiiviiksi kokonaisuudeksi, mikä saattaa tuottaa haasteita katsauksen kattavuuteen ja laatuun, kun tekijöitä on vain yksi (Vilka 2023, 28). Tästä syystä katsauksessa tutkimuskysymys rajattiin tarkasti käsittelemään vain tiettyssä aihepiirissä valittuja muuttujia. Sisäänotto- ja poissulkukriteereiden soveltamisessa tulee ajoittain käyttää paljon omaa harkintaa, jolloin yksin tehdyssä katsauksessa on mahdollisuus virheeseen, mikä voi heikentää katsauksen toistettavuutta (Vilka 2023, 74).

Katsauksen luotettavuuden lisäämiseksi aineistohaku suunniteltiin huolellisesti ja toteutettiin järjestelmällisesti. Aineistoa haettiin kolmesta eri tietokannasta mahdollisimman kattavan aineiston löytämiseksi ja hakustrategia testattiin etukäteen varmistamaan sen toimivuus. Hakuprosessin vaiheet raportoitiin läpinäkyvästi ja sen aikana tehdyt valinnat perusteltiin. Raportoinnissa, hakustrategian suunnittelussa ja laadunarvioinnissa käytettiin vain

vakiintuneita työkaluja, kuten PRISMA-kaavio, PICOS-malli ja JBI-laadunarviointi. Synteesin luotettavuuden lisäämiseksi teoriaosuuteen kerättiin taustatutkimuksia aikaisemmista aiheita käsittelevistä kirjallisuuskatsauksista, jotta tutkimuksen tuloksia voitiin verrata näihin pohdintaosuudessa.

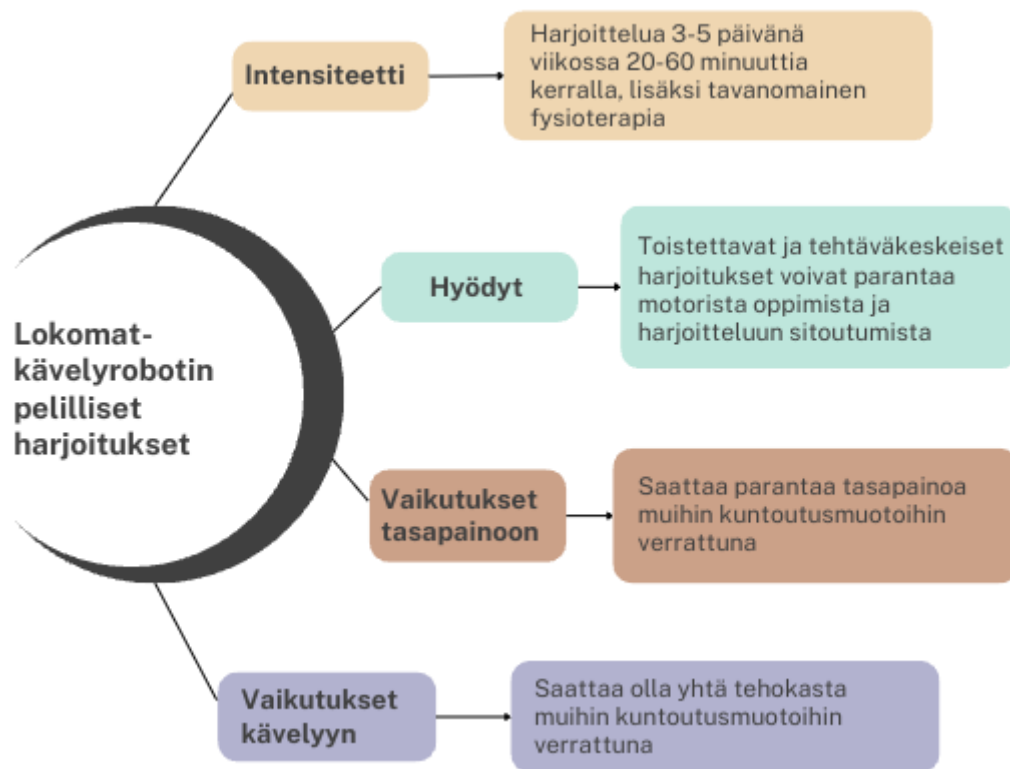
Luotettavuutta saattaa heikentää aineiston laadunarvioinnin ja seulontaprosessin suorittaminen vain yhden tutkijan toimesta. Tutkimusten seulontavaiheessa luotettavuutta pyrittiin kuitenkin lisäämään tekemällä prosessista tarkkoja muistiinpanoja sekä tarkistusseulonta varmistamaan, että oleelliset tutkimukset oli saatu mukaan katsaukseen. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus menetelmänä ohjaa prosessin kaikkia vaiheita, jolloin valinnoissa tulee olla kriittisempi. Tämä osaltaan lisää tutkimuksen luotettavuutta ja toistettavuutta. (Salmi-
nen 2023, 16.)

Tutkimustulosten luotettavuutta voi heikentää myös aiheita käsittelevien alkuperäistutkimusten vähäinen määrä. Aiheeseen liittyviä alkuperäistutkimuksia saattaa olla julkaistu enemmänkin, mutta monista seulotuista tutkimuksista ei käynyt ilmi mitä kävelyrobotiikkaa on käytetty, tai onko intervention aikana hyödynnetty laitteen pelillisiä harjoitusominaisuuksia. Lisäksi tutkimusjoukkojen koot olivat poikkeuksetta pieniä ja sekä tutkittavat että tutkimusasetelmat olivat alkuperäistutkimuksissa niin heterogeenisiä, että yleistettävien ja luotettavien johtopäätösten tekeminen ei ollut mahdollista. Alkuperäistutkimusten heterogeenisyyttä lisää myös käytettyjen mittareiden suuri määrä. Kuudessa alkuperäistutkimuksessa käytettiin yhteensä 16 erilaista kävelyn ja tasapainon validoitua mittaristoa, mistä syystä tulosmuuttujien keskinäinen vertailu ei välttämättä ole luotettavaa. Tutkimuksen tuloksiin voi vaikuttaa myös joidenkin tutkittavien korkea ikä, sillä erilaisilla iän myötä lisääntyvillä liitännäissairauksilla saattaa olla yksilötasolla vaikutusta intervention vaikuttavuuteen.

Vote counting valittiin katsauksen analyysimenetelmäksi, koska sen avulla voidaan systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa tilastollisesti merkityksellisten tulosmuuttujien määrää verrata merkityksettömien tulosmuuttujien määrään ja tehdä näin johtopäätöksiä intervention vaikuttavuudesta. Kyseistä menetelmää on kuitenkin kritisoitu sen epätarkkuudesta, sillä vote counting -menetelmä ei huomioi yksittäisten tutkimusten tilastollista voimaa. Esimerkiksi pienissä tutkimuksissa ei välttämättä suppeiden otoskokojen takia löydetä tilastollisesti merkitseviä eroja, vaikka useamman pienen tutkimuksen yhteisvaikutus saattaisi olla merkitsevä. Näin ollen menetelmän avulla saadut tulokset voivat joissakin tapauksissa olla vääristyneitä ja vähentää tutkimuksen luotettavuutta. (Bushman & Wang 2009; Verbeek ym. 2012.)

9.3 Johtopäätökset ja kehittämisehdotukset

Aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa Lokomat-kävelyrobotin pelillisillä harjoituksilla saattaa olla tasapainoa parantavia vaikutuksia verrattuna muihin kuntoutusmenetelmiin, kuten perinteiseen fysioterapiaan tai kävelyn robotisoituun harjoitteluun ilman pelillisiä harjoitusominaisuuksia. Lokomat-kävelyrobotilla harjoittelu pelillisiä harjoituksia hyödyntäen saattaa sen sijaan kävelyn parametrien kannalta olla yhtä vaikuttavaa muihin kuntoutusmenetelmiin nähden. Vaikuttavinta kuntoutus näyttäisi olevan, kun Lokomat-harjoittelu yhdistetään tavanomaiseen fysioterapiaan, ja eri muotoista terapeutista harjoittelua tapahtuu yhteensä 5–7 päivänä viikossa. Keskeisimmät johtopäätökset on esitetty kuviossa 4.



Kuvio 4. Tutkimuksen keskeisimmät johtopäätökset

Tämän tutkimuksen johtopäätökset ovat suuntaa antavia, sillä aiheesta ei tiedetä vielä riittävästi. Tulosten soveltamisessa käytäntöön tulee ottaa huomioon, että tällä hetkellä eniten on tutkittu aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien Lokomat-harjoittelua pelillisiä harjoituksia hyödyntäen aivoverenkiertohäiriöiden kroonisessa vaiheessa. Tällä hetkellä saatavilla olevien alkuperäistutkimusten pienet otoskoot ja heterogeenisyys huomioiden harjoitteluintervention tehokkuus voi myös olla riippuvainen spesifeistä muuttujista yksilöiden välillä, eikä tietyn pelillisen harjoituksen vaikuttavuutta tai harjoittelun optimaalista intensiteettiä pystytä tämän tutkimuksen perusteella tarkasti määrittelemään. Yksiselitteistä suositusta esimerkiksi kävelyrobotin painokevennyksen tai mekaanisen avustuksen voimakkuudesta ei voida antaa. Vaikuttavinta aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuminen näyttää nykytiedon mukaan olevan useampaa erilaista harjoittelumuotoa yhdistämällä.

9.4 Jatkotutkimusaiheet

Laadukkaita aihetta käsitteleviä RCT-tutkimuksia suuremmille ja keskenään homogeenisille tutkimusjoukoille tulisi tulevaisuudessa tehdä luotettavien ja kattavampien tulosten saamiseksi sekä neurologisen kuntoutuksen kehittämiseksi aivoverenkiertohäiriöiden eri vaiheissa. Jatkotutkimuksia tarvitaan esimerkiksi selvittämään, mitkä yksittäiset tekijät vaikuttavat pelillisten harjoitusten tehokkuuteen, ja kuinka harjoituksia voitaisiin optimoida parhaan mahdollisen kuntoutusvasteen saavuttamiseksi.

Jotta Lokomat-kävelyrobotin pelillisten harjoitusten tuomaa lisäarvoa aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien toimintakyvyn parantumiselle voitaisiin luotettavasti selvittää, tulisi ihanneellisessa tutkimusasetelmassa verrata Lokomat-kävelyrobotilla harjoittelevan ja pelillisiä harjoitusominaisuuksia hyödyntävän koeryhmän harjoittelua ilman pelillisiä harjoitusominaisuuksia Lokomat-kävelyrobotilla harjoittelevan kontrolliryhmän kuntoutumistuloksiin. Ihanneellisessa tilanteessa tutkimuksessa käytettäisiin validoituja, tarkkaan valittuja objektiivisia mittaristoja kävelyn ja tasapainon mittaamiseksi sekä tulosmuuttujien luotettavan vertailun varmistamiseksi. Vertailukelpoisten tulosten saamiseksi tutkittavien tulisi olla taustoiltaan, esimerkiksi iältään, sairauden kestoaltaan ja lähtökunniltaan, mahdollisimman samankaltaisia. Oleellista olisi myös tutkittavien riittävän kattavat ryhmäkoot, sillä liian pienet tutkimusjoukot voivat heikentää tutkimuksen tilastollista merkittävyyttä. Jotta tutkimuksessa saadaan selvitettyä nimenomaan pelillisten harjoitusten vaikutusta kuntoutumistuloksiin, tulisi koe- ja kontrolliryhmien interventioiden olla mahdollisimman identtiset muuten, kuin pelillisten harjoitusten osalta. Molempien ryhmien harjoittelumäärien ja intensiteetin tulisi olla vakioitua luotettavien tulosten saamiseksi. RCT-tutkimuksessa oleellista olisi myös osallistujien satunnaistaminen koe- ja kontrolliryhmiin, jotta ryhmät olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia keskenään.

Määrällisen tutkimuksen täydentämiseksi ymmärrystä Lokomat-kävelyrobotin pelillisten harjoitusten vaikutuksista aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvien toimintakykyyn voitaisiin syventää myös erilaisten laadullisten tutkimusten avulla. Haastattelututkimuksen avulla voitaisiin kerätä kuntoutujien subjektiivisia havaintoja pelillisten harjoitusten vaikutuksista toimintakykyyn sekä kokemuksia harjoitteluun sitoutumisesta ja motivoitumisesta, mitkä ovat harjoittelun jatkuvuuden ja osallistumisen kannalta merkittäviä tekijöitä. Pelillisten harjoitusten vaikutuksia motivaatioon sekä harjoittelun pidempiaikaisia vaikutuksia toimintakykyyn voitaisiin myös selvittää keräämällä kuntoutujilta palautetta harjoitusinterventioista. Näin voitaisiin saada tietoa harjoitusten soveltuvuudesta ja löytää kehityskohteita kuntoutustoinnista Lokomat-kävelyrobotilla toteutetussa harjoittelussa.

Lähteet

- Aderinto, N., AbdulBasis, M. O., Olatunji, G. & Adejumo, T. 2023. Exploring the transformative influence of neuroplasticity on stroke rehabilitation: a narrative review of current evidence. *Annals of Medicine & Surgery*. 85 (9), 4425–4432. Viitattu 17.4.2024. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10473303/>
- Aivoliitto. 2024a. Mikä on aivoverenkiertohäiriö (AVH)? Viitattu 1.2.2024. Saatavissa <https://www.aivoliitto.fi/aivoverenkiertohairio/faktat/#b799bba0>
- Aivoliitto. 2024b. Kuntoutuksen tarve ja pituus vaihtelevat. Viitattu 8.2.2024. Saatavissa <https://www.aivoliitto.fi/aivoverenkiertohairio/sairastumisen-jalkeen/kuntoutuminen/#b799bba0>
- Akinci, M., Burak, M., Kasal, F. Z., Özaslan, E. A., Huri, M. & Kurtaran, Z. A. 2024. The Effects of Combined Virtual Reality Exercises and Robot Assisted Gait Training on Cognitive Functions, Daily Living Activities, and Quality of Life in High Functioning Individuals With Subacute Stroke. *Sage Journals*. Viitattu 29.3.2024. Saatavissa <https://doi-org.ezproxy.saimia.fi/10.1177/00315125241235420>
- Akinci, M., Burak, M., Yasar, E. & Kılıç, R. T. 2023. The effects of Robot-assisted gait training and virtual reality on balance and gait in stroke survivors: A randomized controlled trial. *Gait and Posture*. 103 (2023), 215–222. Viitattu 22.5.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.05.013>
- Atula, S. 2023. Aivohalvaus (aivoinfarkti ja aivoverenvuoto). *Lääkärikirja Duodecim*. Viitattu 7.3.2024. Saatavissa <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00001>
- Aveyard, H. 2018. Doing a literature review in health and social care: a practical guide. 4. painos. E-kirja. Lontoo: McGraw Hill Education/Open University Press. VLeBooks.
- Baronchelli, F., Zucchella, C., Serrao, M., Intiso, D. & Bartolo, M. 2021. The Effect of Robotic Assisted Gait Training With Lokomat® on Balance Control After Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Neurology*. Vol. 12. Viitattu 6.2.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.661815>
- Beyaert, C., Vasa, R. & Frykberg, G. E. 2015. Gait post-stroke: Pathophysiology and rehabilitation strategies. *Neurophysiologie Clinique/ Clinical Neurophysiology*. Vol. 45 (4–5), 335–355. Viitattu 2.2.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2015.09.005>
- Bergmann, J., Krewer, C., Bauer, P., Koenig, A., Riener, R. & Muller, F. 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*. 54 (3), 397–407. Viitattu 22.5.2024. Saatavissa

<https://www.minervamedica.it/en/getfreepdf/ZnNNRlpUUIRXVkl1dWZ0eGpCOUhVUjg0YiJra1NrUHIWU3pJZm4xQitwWHZXekhVTFVVRGRVR3NSVGNrY2ZPcw%253D%253D/R33Y2018N03A0397.pdf>

Bodur, B. E., Erdoğanoğlu, Y. & Sel, S. A. 2024. Effects of robotic-assisted gait training on physical capacity, and quality of life among chronic stroke patients: A randomized controlled study. *Journal of Clinical Neuroscience*. Vol. 120, 129–137. Viitattu 22.5.2024.

Saatavissa <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2024.01.010>

Bushman, B. J. & Wang, M. C. 2009. Vote-counting procedures in meta-analysis.

ResearchGate. Viitattu 12.3.2024. Saatavissa

https://www.researchgate.net/publication/285464887_Vote-counting_procedures_in_meta-analysis#:~:text=In%20the%20conventional%20vote%2Dcounting,studies%20is%20declared%20the%20winner

Calabrò, R. S., Cassio, A., Mazzoli, D., Andrenelli, E., Bizzarini, E., Campanini, I., Carmignano, S. M., Cerulli, S., Chisari, C., Colombo, V., Dalise, S., Fundarò, C., Gazzotti, V., Mazzoleni, D., Mazzucchelli, M., Melegari, C., Merlo, A., Stampacchia, G., Boldrini, P., Mazzoleni, S., Posteraro, F., Benanti, P., Castelli, E., Draicchio, F., Falabella, V., Galeri, S., Gimigliano, F., Grigioni, M., Mazzon, S., Molteni, F., Petrarca, M., Picelli, A., Senatore, M., Turchetti, G., Morone, G. & Bonaiuti, D. 2021. What does evidence tell us about the use of gait robotic devices in patients with multiple sclerosis? A comprehensive systematic review on functional outcomes and clinical recommendations. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 57 (5), 841–9. Viitattu 29.3.2024. Saatavissa

<https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2021N05A0841&html=1&htmlID=bzAwR2ZqcnpaNg2OHRJZIJubzByWlpDeXBWMk9sT2JLR05rNnVFZDZOSkpSek10SlqvQ3JRNmVKUmdzUk1WRw%3D%3D>

Chen, L., Lo, W. L. A., Mao, Y. R., Ding, M. H., Lin, Q., Li, H., Zhao, J. L., Xu, Z. Q., Bian, R. H. & Huang, D. F. 2016. Effect of Virtual Reality on Postural and Balance Control in Patients with Stroke: A Systematic Literature Review. *BioMed Research International*. Vol. 2016. Viitattu 16.4.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1155/2016/7309272>

Cho, D. Y., Park, S-W., Lee, M. J., Park, D. S. & Kim, E. J. 2015. Effects of robot-assisted gait training on the balance and gait of chronic stroke patients: focus on dependent

- ambulators. *Journal of Physical Therapy Science*. 27 (10), 3053–3057. Viitattu 7.2.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1589/jpts.27.3053>
- Choi, W. 2022. Effects of Robot-Assisted Gait Training with Body Weight Support on Gait and Balance in Stroke Patients. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 19 (10). Viitattu 22.5.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.3390/ijerph19105814>
- Claassen, J. & Park, S. 2022. Spontaneous subarachnoid haemorrhage. *The Lancet*. Vol. 400 (10355), 846–862. Viitattu 15.4.2024. Saatavissa [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)00938-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)00938-2)
- De Miguel-Rubio, A., Muñoz-Pérez, L., Alba-Rueda, A., Arias-Avila, M. & Rodrigues-de-Souza, D. P. 2022. A Therapeutic Approach Using the Combined Application of Virtual Reality with Robotics for the Treatment of Patients with Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 19 (14). Viitattu 25.3.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.3390/ijerph19148772>
- Donkor, E. S. 2018. Stroke in the 21st Century: A Snapshot of the Burden, Epidemiology, and Quality of Life. *Stroke Research and Treatment*. Vol. 2018. Viitattu 15.4.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1155/2018/3238165>
- Efron, S. E. & Ravid, R. 2019. *Writing the literature review: a practical guide*. E-kirja. New York: The Guilford Press.
- Fan, J., Li, X., Yu, X., Liu, Z., Jiang, Y., Fang, Y., Zong, M., Suo, C., Man, Q. & Xiong, L. 2023. Global Burden, Risk Factor Analysis, and Prediction Study of Ischemic Stroke, 1990–2030. *Neurology*. 101 (2), 137–150. Viitattu 12.4.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000207387>
- Gassert, R. & Dietz, V. 2018. Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 15, 46. Viitattu 26.4.2024. Saatavissa <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-018-0383-x>
- Garg, R. 2016. Methodology for research I. *Indian Journal of Anaesthesia*. 60 (9), 640–645. Viitattu 25.4.2024. Saatavissa https://journals.lww.com/ijaweb/fulltext/2016/60090/methodology_for_research_i.6.aspx
- Grefkes, C. & Fink, G. R. 2020. Recovery from stroke: current concepts and future perspectives. *Neurological Research and Practice*. Vol. 2, 17. Viitattu 16.4.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1186/s42466-020-00060-6>

Hamad, A. & Jia, B. 2022. How Virtual Reality Technology Has Changed Our Lives: An Overview of the Current and Potential Applications and Limitations. *International Journal of Environment Research and Public Health*. Vol. 19 (18). Viitattu 6.2.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.3390/ijerph191811278>

Helsingin kaupunki. 2024a. Sosiaali-, terveys- ja pelastustoimialan esittely. Viitattu 27.3.2024. Saatavissa <https://www.hel.fi/fi/paatoksenteko-ja-hallinto/kaupungin-organisaatio/toimialat/sosiaali-terveys-ja-pelastustoimiala/esittely>

Helsingin kaupunki. 2024b. Helsingin kaupungin Lokomat-toimintamalli.

Hiekkala, S., Pitkänen, K. & Huhtakangas, J. 2020. Aivoverenkiertohäiriön sairastaneiden kehittyvät kuntoutusmuodot. *Lääketeiteellinen aikakauskirja Duodecim*. 136 (4), 455–61. Viitattu 6.2.2024. Saatavissa <https://www.duodecimlehti.fi/duo15412>

Hocoma. 2024. Lokomat. Viitattu 30.1.2024. Saatavissa <https://www.hocoma.com/solutions/lokomat/>

Holopainen, A. 2015. Mobiiliteknologia ja terveyssovellukset, mitä ne ovat? *Lääketeiteellinen aikakauskirja Duodecim*. 131 (13), 1285–90. Viitattu 6.2.2024. Saatavissa <https://www.duodecimlehti.fi/duo12334>

Hong, R., Li, B., Bao, Y., Liu, L. & Jin, L. 2024. Therapeutic robots for post-stroke rehabilitation. *Medical Review*. 4 (1), 55–67. Viitattu 18.4.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1515/mr-2023-0054>

Hänninen, P. 2021. Robotiikka sosiaali- ja terveydenhoidon tukena. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. Jyväskylän yliopiston Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja Nro 90/2021, 3. Viitattu 30.1.2024. Saatavissa https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/77700/1/90-2021_Robotiikka%2520sosiaali-%2520ja%2520terveydenhoidon%2520tukena_VERKKO.pdf

Ilves, O., Korpi, H., Honkanen, S. & Aartolahti, E. 2022. Robottien, virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden vaikuttavuus ja merkityksellisyys lääkinnällisessä kuntoutuksessa: Järjestelmälliset kirjallisuuskatsaukset. *Sosiaali- ja terveysturvan tutkimuksia*. Nro 159. 16–27. Viitattu 5.2.2024. Saatavissa <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/472cbedb-1693-4052-a830-4cf6d871ebd2/content>

Jehkonen, M., Nurmi, L. & Nurmi, M. 2020. Aivoverenkiertohäiriöt. Teoksessa Jehkonen, M., Saunamäki, T., Hokkanen, L. & Akila, R. (toim.) *Kliininen neuropsykologia*. 3. uudistettu painos. E-kirja. Helsinki: Duodecim. Oppiportti.

Joy, M. T. & Carmichael, S. T. 2020. Encouraging an excitable brain state: mechanisms of brain repair in stroke. *Nature Reviews Neuroscience*. 22 (1), 38–53. Viitattu 18.4.2024.

Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10625167/>

Kaakkola, S. 2018. Poikkeava kävely. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*. 134 (10).

1017–25. Viitattu 14.3.2024. Saatavissa <https://www.duodecimlehti.fi/duo14347>

Kallio, E-L., Vuori, O., Jokinen, H. & Hietanen, M. 2020. Digitalisaatio tuo neuropsykologisen kuntoutuksen lähelle potilasta. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*. 135 (16), 1789–95. Viitattu 30.1.2024. Saatavissa

<https://www.duodecimlehti.fi/duo15727>

Kangasniemi, M., Utriainen, K., Ahonen, S-M., Pietilä, A-M., Jääskeläinen, P. & Liikanen, E. 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsennettyyn tietoon. *Hoitotiede*. 25 (4), 291–301. Viitattu 9.2.2024.

Kaste, M., Hernesniemi, J., Juvela, S., Lindsberg, P. J., Palomäki, H., Rissanen, A., Roine, R. O., Sivenius, J. & Vikatmaa, P. 2015. Aivoverenkiertohäiriöt. Teoksessa Soynilä, S. & Kaste, M. (toim.) *Neurologia*. E-kirja. Helsinki: Duodecim. Oppiportti.

Kersey, J., Skidmore, E., Hammel, J. & Baum, C. 2023. Participation and Its Association With Health Among Community-Dwelling Adults With Chronic Stroke. *American Journal of Occupational Therapy*. 77 (6). Viitattu 16.4.2024. Saatavissa

<https://doi.org/10.5014/ajot.2023.050255>

Kuriakose, D. & Xiao, Z. 2020. Pathophysiology and Treatment of Stroke: Present Status and Future Perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*. 21 (20). Viitattu

7.3.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.3390/ijms21207609>

Kähkönen, E. 2021. AVH yleistyy maailmalla – Väestön ikääntyminen ja ylipaino sairastuttavat. *Aivoterveys*. Viitattu 7.3.2024. Saatavissa

<https://www.aivoliitto.fi/aivoterveys-lehti/artikkelit/avh-yleistyy-maailmalla-vaeston-ikaantymisen-ja-ylipaino-sairastuttavat/#b799bba0>

Käypä hoito –suositus. 2016. AVH-potilaan spastisuuden hoito. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 1.2.2024. Saatavissa

<https://www.kaypahoito.fi/nix00624>

Käypä hoito –suositus. 2024. Aivoinfarkti ja TIA. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 1.2.2024. Saatavissa <https://www.kaypahoito.fi/hoi50051>

Köyhäjoki, A., Korpi, H., Yli-Ikkela, R., Hakonen, H., Kantola, M., Rintala, A., Honkanen, S., Ilves, O., Sjögren, T., Karvanen, J. & Aartolahti, E. 2024. The Effects of Robotic Training on Walking and Functional Independence of People with Spinal Cord Injury: A Systematic Review, Meta-analysis and Meta-regression. Teoksessa Särestöniemi, M., Keikhosrokiani, P., Singh, D., Harjula, E., Tiulpin, A., Jansson, M., Isomursu, M., van Gils, M., Saarakkala, S. & Reponen, J. (toim.) Digital Health and Wireless Solutions. Vol. 2084, 349–365. Springer. Viitattu 7.10.2024. Saatavissa https://doi.org/10.1007/978-3-031-59091-7_23

Laaksonen, K., Tikkanen, H., Lindholm, H. & Müller, K. 2022. Neurologisen kuntoutuksen mahdollisuudet - kohti laaja-alaista koko kehon kuntoutusta. Lääketieteen aikakauskirja Duodecim. 138 (9), 795–803. Viitattu 2.2.2024. Saatavissa <https://www.duodecimlehti.fi/duo16816>

Langhorne, P., Coupar, F. & Pollock, A. 2009. Motor recovery after stroke: a systematic review. The Lancet Neurology. 8 (8), 741–754. Viitattu 28.3.2024. Saatavissa [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(09\)70150-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(09)70150-4)

Lee, K. E., Choi, M. & Jeoung, B. 2022. Effectiveness of Rehabilitation Exercise in Improving Physical Function of Stroke Patients: A Systematic Review. International Journal of Environmental Research and Public Health. 19 (19). Viitattu 8.2.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.3390/ijerph191912739>

Loro, A., Borg, M. B., Battaglia, M., Amico, A. P., Antenucci, R., Benanti, P., Bertoni, M., Bissolotti, L., Boldrini, P., Bonaiuti, D., Bowman, T., Capecci, M., Castelli, E., Cavalli, L., Cinone, N., Cosenza, L., Di Censo, R., Di Stefano, G., Draicchio, F., Falabella, V., Filippetti, M., Galeri, S., Gimigliano, F., Grigioni, M., Invernizzi, M., Jonsdottir, J., Lentino, C., Massai, P., Mazzoleni, S., Mazzon, S., Molteni, F., Morelli, S., Morone, G., Nardone, A., Panzeri, D., Petrarca, M., Posteraro, F., Santamato, A., Scotti, L., Senatore, M., Spina, S., Taglione, E., Turchetti, G., Varalta, V., Picelli, A. & Baricich, A. 2023. Balance Rehabilitation through Robot-Assisted Gait Training in Post-Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. Brain Sciences. Vol. 13 (1), 92. Viitattu 29.3.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.3390/brainsci13010092>

Mehrholz, J., Thomas, S., Kugler, J., Pohl, M. & Elsner, B. 2020. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews. Viitattu 5.2.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006185.pub5>

Methley, A. M., Campbell, S., Chew-Graham, C., McNally, R. & Cheraghi-Sohi, S. 2014. PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three

search tools for qualitative systematic reviews. BMC Health Services Research. 14, 579. Viitattu 26.4.2024. Saatavissa

<https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12913-014-0579-0>

Mubin, O., Alnajjar, F., Jishtu, A., Alsinglawi, B. & Mahmud, A. A. 2019. Exoskeletons With Virtual Reality, Augmented Reality, and Gamification for Stroke Patients' Rehabilitation: Systematic Review. JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies. 6 (2). Viitattu 22.3.2024. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6779025/>

Murphy, S. JX. & Werring, D. J. 2020. Stroke: causes and clinical features. Medicine. Vol. 48 (9), 561–566. Viitattu 12.4.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2020.06.002>

National Library of Medicine. 2024. Medical Subject Headings. Viitattu 27.3.2024. Saatavissa <https://www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.html>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E. A., Brennan S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P. & Moher, D. 2021. PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 372. Viitattu 20.3.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Park, G-D., Choi, J-U. & Kim, Y-M. 2016. The effects of multidirectional stepping training on balance, gait ability, and falls efficacy following stroke. Journal of Physical Therapy Science. 28 (1), 82–86. Viitattu 28.3.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1589/jpts.28.82>

Park, J. & Chung, Y. 2018. The effects of robot-assisted gait training using virtual reality and auditory stimulation on balance and gait abilities in persons with stroke. NeuroRehabilitation. 43 (2018), 227–235. Viitattu 22.5.2024. Saatavissa DOI [10.3233/NRE-172415](https://doi.org/10.3233/NRE-172415)

Pitkänen, K. & Jäkälä, P. 2020. Aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksen pullonkaulat. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. 136 (4), 411–2. Viitattu 30.1.2024. Saatavissa <https://www.duodecimlehti.fi/duo15405>

Poli, P., Morone, G., Rosati, G. & Masiero, S. 2013. Robotic Technologies and Rehabilitation: New Tools for Stroke Patients' Therapy. BioMed Research International. Vol. 2013. Viitattu 5.2.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1155/2013/153872>

PRISMA. 2024. PRISMA Flow Diagram. Viitattu 20.3.2024. Saatavissa <http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram?AspxAutoDetectCookieSupport=1>

- Pyöriä, O., Reunanen, M., Nyrkkö, H., Kautiainen, H., Pieninkeroinen, I., Tapiola, T. & Lohikoski, P. 2015. Aktiivisuutta ja osallistumista tukeva fysioterapia aivoverenkiertohäiriöön sairastuneiden alkuvaiheen kuntoutuksessa: Satunnaistettu seurantatutkimus. Sosiaali- ja terveysturvan tutkimuksia. Nro. 140, 14–20. Viitattu 31.1.2024. Saatavissa <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/21da379a-d9ce-49f2-a68e-fd0599d9a8b9/content>
- Saeedi, S., Ghazisaeedi, M. & Rezayi, S. 2021. Applying Game-Based Approaches for Physical Rehabilitation of Poststroke Patients: A Systematic Review. Journal of Healthcare Engineering. Vol. 2021. Viitattu 15.3.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1155/2021/9928509>
- Sallinen, H., Airaksinen, J., Rätty, S., Strbian, D. & Putaala, J. 2023. Valtimotautien ehkäisy aivoverenvuodon jälkeen. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. 139 (11), 918–26. Viitattu 27.3.2024. Saatavissa <https://www.duodecimlehti.fi/duo17713>
- Salminen, A. 2023. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja joihinkin hallintotieteellisiin sovelluksiin. 2. tarkistettu painos. Vaasan yliopisto. Vaasan yliopiston raportteja 40. 3–17. Viitattu 12.3.2024. Saatavissa <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-395-081-8>
- Sjögren, T., Korpi, H., Jäppinen, A-M., Hautala, A. & Heinonen, A. 2022. Terapeuttinen harjoittelu fysioterapiassa. Teoksessa Autti-Rämö, I., Salminen, A-L., Rajavaara, M., Melkas, S. & Aalto, A-M. (toim.) Kuntoutuminen. 2. uudistettu painos. E-kirja. Helsinki: Duodecim. Oppiportti.
- STM. 2023. Digitaalisuus sosiaali- ja terveydenhuollon kivijalaksi: Sosiaali- ja terveydenhuollon digitalisaation ja tiedonhallinnan strategia 2023–2035. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja. Nro 32/2023. 11. Viitattu 15.2.2024. Saatavissa https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165288/STM_2023_32.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- STM. 2024. Kuntoutus. Viitattu 8.3.2024. Saatavissa <https://stm.fi/sotepalvelut/kuntoutus>
- Tarnanen, K., Putaala, J., Sairanen, T. & Tuunainen, A. 2024. Tunnista aivoinfarkti – hoitoon ja heti! (aivoinfarkti ja TIA). Käyvän hoidon potilasversiot. Viitattu 27.3.2024. Saatavissa <https://www.kaypahoito.fi/khp00062>
- Teasell, R. & Hussein, N. 2018. Background Concepts in Stroke Rehabilitation. Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation. 2–6. Viitattu 8.3.2024. Saatavissa <http://www.ebrsr.com/sites/default/files/v18-SREBR-CH3-NET.pdf>

Teodoro, J., Fernandes, S., Castro, C. & Fernandes, J. B. 2024. Current Trends in Gait Rehabilitation for Stroke Survivors: A Scoping Review of Randomized Controlled Trials. *Journal of Clinical Medicine*. 13 (5). Viitattu 16.4.2024. Saatavissa

<https://doi.org/10.3390/jcm13051358>

Terveydenhuoltolaki 1326/2010.

Terveyskylä. 2023. Mitä on tasapaino? Viitattu 13.3.2024. Saatavissa

<https://www.terveyskyla.fi/kuntoutumistalo/kuntoutujalle/oma-hyvinvointi/opas-hyv%C3%A4%C3%A4n-tasapainoon/mit%C3%A4-on-tasapaino>

THL. 2023. ICF-luokitus. Viitattu 8.3.2024. Saatavissa <https://thl.fi/aiheet/toimintakyky/icf-luokitus>

Todhunter-Brown, A., Baer, G., Campbell, P., Choo, P. L., Forster, A., Morris, J., Pomeroy, V. M. & Langhorne, P. 2014. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.

Viitattu 28.3.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001920.pub3>

TOIMIA. 2020. Aivoverenkiertohäiriön (AVH) sairastaneiden toimintakyvyn vähimmäisarviointi kuntoutustarpeen arvioinnissa ja kuntoutuspalveluissa. TOIMIA-suositus ID S027/1.4.2020. 16. Viitattu 7.2.2024. Saatavissa <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020051938353>

Tosto-Mancuso, J., Tabacof, L., Herrera, J.E., Breyman, E., Dewil, S., Cortes, M., Correaesnard, L., Kellner, CP., Dangayach, N. & Putrino, D. 2022. Gamified Neurorehabilitation Strategies for Poststroke Motor Recovery: Challenges and Advantages. *Current Neurology and Neuroscience Reports*. 22 (3), 183–195. Viitattu 30.1.2024. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8917333/>

Towfighi, A., Ovbiagele, B., El Hussein, N., Hackett, M. L., Jorge, R. E., Kissela, B. M., Mitchell, P. H., Skolarus, L. E., Whooley, M. A. & Williams, L. S. 2017. Poststroke Depression: A Scientific Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. Vol. 48 (2), 30–43. Viitattu 16.4.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1161/STR.000000000000113>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK). Viitattu 9.2.2024. Saatavissa <https://tenk.fi/fi/tiedeviilppi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk>

Urtti, A-R. 2023. Lukinkalvon alainen verenvuoto (SAV). Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 27.3.2024. Saatavissa <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00002>

- Valtioneuvosto. 2023. Vahva ja välittävä Suomi: Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma 20.6.2023. Valtioneuvoston julkaisuja 2023:58. 27–32. Viitattu 15.2.2024. Saatavissa <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165042/Paaministeri-Petteri-Orpon-hallituksen-ohjelma-20062023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Veerbeek, J. M., Kwakkel, G., van Wegen, E. E. H., Ket, J. C. F. & Heymans, M. W. 2011. Early Prediction of Outcome of Activities of Daily Living After Stroke: A Systematic Review. *Stroke*. Vol. 42 (5), 1482–1488. Viitattu 29.3.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.604090>
- Veerbeek, J. M., van Wegen, E., van Peppen, R., van der Wees, P., Hendriks, E., Rietberg, M. & Kwakkel, G. 2014. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *Plos One*. 9 (2). Viitattu 17.4.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087987>
- Ventä, O., Honkatukia, J., Häkkinen, A., Kettunen, O., Niemelä, M., Airaksinen, M. & Vainio, T. 2018. Robotisaation ja automatisaation vaikutukset Suomen kansantalouteen 2030. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 47/2018. 16–17. Viitattu 15.2.2024. Saatavissa https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161102/47-2018-ROBOFINN_raportti_.pdf
- Verbeek, J., Ruotsalainen, J. & Hoving, J. L. 2012. Synthesizing study results in a systematic review. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*. 38 (3), 282–290. Viitattu 3.8.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.5271/sjweh.3201>
- Vilkka, H. 2023. Kirjallisuuskatsaus metodina, opinnäytetyön osana ja tekstilajina. Helsinki: Art House.
- Wallard, L., Dietrich, G., Kerlirzin, Y. & Bredin, J. 2015. Effects of robotic gait rehabilitation on biomechanical parameters in the chronic hemiplegic patients. *Neurophysiologie Clinique/ Clinical Neurophysiology*. Vol. 45 (3), 215–219. Viitattu 1.2.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2015.03.002>
- Warutkar, V., Dadgal, R. & Mangulkar, U. R. 2022. Use of Robotics in Gait Rehabilitation Following Stroke: A Review. *Cureus*. 14 (11). Viitattu 17.4.2024. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9719588/>
- WHO. 2024. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). Viitattu 16.4.2024. Saatavissa <https://www.who.int/standards/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and->

[health#:~:text=ICF%20is%20the%20WHO%20framework,and%20measure%20health%20and%20disability](#)

Winstein, C. J., Stein, J., Arena, R., Bates, B., Cherney, L. R., Cramer, S. C., Deruyter, F., Eng, J. J., Fisher, B., Harvey, R. L., Lang, C. E., MacKay-Lyons, M., Ottenbacher, K. J., Pugh, S., Reeves, M. J., Richards, L. G., Stiers, W. & Zorowitz, R. D. 2016. Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. Vol. 47 (6), 98–169. Viitattu 16.4.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000098>

Wu, L., Xu, G. & Wu, Q. 2023. The effect of the Lokomat® robotic-orthosis system on lower extremity rehabilitation in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Neurology*. Vol. 14. Viitattu 5.2.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1260652>

Yang, J., Gong, Y., Yu, L., Peng, L., Cui, Y. & Huang, H. 2023. Effect of exoskeleton robot-assisted training on gait function in chronic stroke survivors: a systematic review of randomised controlled trials. *BMJ Open*. 13 (9). Viitattu 29.3.2024. Saatavissa <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-074481>

Yli-Ikkela, R., Rintala, A., Köyhäjäki, A., Hakonen, H., Korpi, H., Kantola, M., Honkanen, S., Ilves, O., Sjögren, T., Karvanen, J. & Aartolahti, E. 2024. Effectiveness of Robot-Assisted Lower Limb Rehabilitation on Balance in People with Stroke: A Systematic Review, Meta-analysis, and Meta-regression. Teoksessa Särestöniemi, M., Keikhosrokiani, P., Singh, D., Harjula, E., Tiulpin, A., Jansson, M., Isomursu, M., van Gils, M., Saarakkala, S. & Reponen, J. (toim.) *Digital Health and Wireless Solutions*. Vol. 2084, 101–116. Springer. Viitattu 6.10.2024. Saatavissa https://doi.org/10.1007/978-3-031-59091-7_7

Yun, N., Joo, M. C., Kim, S-C. & Kim, M-S. 2018. Robot-assisted gait training effectively improved lateropulsion in subacute stroke patients: a single-blinded randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 54 (6), 827–36. Viitattu 22.5.2024. Saatavissa <https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2018N06A0827&html=1&htmlID=U0Rra1NaRktOdTKyWE9WMGVGVWtNaWhPL2F2T2NBQTZyZfHbBDRmanFad0NyRU05all0dStWclE2dmNhZUUvag%3D%3D>

Zhang, T., Liu, L., Xie, R., Peng, Y., Wang, H., Chen, Z., Wu, S., Ni, C., Zheng, J., Li, X., Liu, H., Xu, G., Fan, J., Zhu, Y., Zhang, F., Du, Y., Wang, X., Wang, Y., Xiao, W., Liu, M., Mou, X., Zhao, J., Song, L. & Li, B. 2018. Value of using the international classification of

functioning, disability, and health for stroke rehabilitation assessment. *Medicine*. 97 (42).

Viitattu 16.4.2024. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6211934/>

Liite 1. Alkuperäistutkimusten esittely

Tekijä, vuosi ja maa	Intervention kesto, vko	Tutkittavien määrä koe/kontrolli (N)	Ikä Koe/kontrolli (ka)	Osallistujat ja AVH:n kesto (ka)	Koeryhmän intervention kuvailu	Kontrolliryhmän intervention kuvailu	Tasapaino ja kävely	Vote counting +/-0	JBI-pisteet
Choi 2022, Korea	6	24 (6/6/6/6)	52,7/54,7/ 59,5/61,4	Krooninen AVH, 17,5kk	Lokomat 30min + 90min muu kuntoutus 5x/vko. Kävelyn liikkeiden yhteensovittaminen avata- rin kanssa. Ryhmä A painokevennys 30 % Ryhmä B painokevennys 50 % Ryhmä C painokevennys 70 %.	30min kävelyn harjoit- telu kävelymatolla + 90min muu kuntoutus 5x/vko.	10MWT TUG BBS	10MWT + TUG + BBS +	7/13
Yun ym. 2018, Korea	7	36 (18/18)	63,6/64,4	Subakuutti AVH + Pusher oireyh- tymä, 1kk	Lokomat 30min 5x/vko, 3vko ajan, Painoke- vennys 50–0 %, kävelynopeus 1,0–1,5 km/h yksilöllisesti lisäten, avustus 100 % yksilölli- sesti vähentäen. Esteiden väistäminen ja eläinten pyydystäminen. + 4vko tavanomaista ft intervention jälkeen	30min tavanomainen ft 5x/vko, 3vk ajan. + 4vko tavanomainen ft intervention jälkeen.	BBS PASS FMA	BBS + PASS + FMA 0	9/13

Akinci ym. 2023, Turkki	6	56 (14/14/14/14)	57,7/58,6/ 59,6/64,1	Krooninen AVH + miessukupuoli, 8kk	Lokomat 40min 3x/vko + 40 min tavanomai- nen ft 5x/vko. Kävelynopeus 1,2 km/h yksilöli- lisesti lisäten, painokevennys 50 % yksilölli- sesti vähentäen.	40min tavanomainen ft 5x/vko	BBS StL P.S. O.E. P.S. C.E. 6MWT 10MWT Askelpituus Askelparin pituus Raideleveys Tukivaiheen kesto Symmetria	BBS + StL + P.S. O.E. 0 P.S. C.E. 0 6MWT + 10MWT + Askelpituus -Hemi 0 -Terve 0 Askelparin pituus 0 Raideleveys 0 Tukivaiheen kesto -Hemi 0 -Terve 0 Kaksoistukivaihe 0 Symmetria 0	10/13	
					Ryhmä A "Faster" -peli, avustus 50–100 %					
					Ryhmä B "Smile" ja "Gabarello" -pelit, avustus 50–100 %.	Sama kontrolli		BBS + StL 0 P.S. O.E. 0 P.S. C.E. 0 6MWT 0 10MWT 0 Askelpituus -Hemi 0 -Terve 0 Askelparin pituus 0 Raideleveys 0 Tukivaiheen kesto -Hemi 0 -Terve 0 Kaksoistukivaihe 0 Symmetria 0		

					Ryhmä C "High Flyer", "Treasures" ja "Curve Pursuit" - pelit, avustus 50–100 %	Sama kontrolli		BBS + StL + P.S. O.E. 0 P.S. C.E. + 6MWT 0 10MWT 0 Askelpituus -Hemi 0 -Terve 0 Askelparin pituus 0 Raideleveys 0 Tukivaiheen kesto -Hemi 0 -Terve 0 Kaksoistukivaihe 0 Symmetria 0	
Park ym. 2018, Ko- rea	6	40 (12/12/16)	55,6/56,7/ 57,5	Krooninen AVH, 7,5kk	Lokomat 45min 3x/vko + tavanomainen ft 5x/vko. Kävelynopeus 1.5–2.5 km/h, painokevennys 30 % yksilöllisesti vähentäen, avustus 100 %. Eläinten pyydystäminen ja esteiden väistämi- nen.	Ryhmä A 45min kävelyn harjoit- telu kävelymatolla 3x/vko. + tavanomai- nen ft 5x/vko.	BBS TUG 10MWT FMA (vain ala- raajojen osalta)	BBS + TUG + 10MWT + FMA +	9/13
					Sama koeryhmä	Ryhmä B Kävely Lokomatilla au- ditiivisen signaalin ryt- mittämänä, ilman pe- lejä 45min 3x/vko + ta- vanomainen ft 5x/vko.		BBS 0 TUG 0 10MWT 0 FMA +	
Bergmann ym. 2018, Saksa	4	20 (10/10)	62/65	Subakuutti AVH, 2,8kk	Lokomat 3x/vko, kävelynopeus max 2,5 km/h, painokevennys max 50 %, harjoitus- aika 20-60min. Kolikoiden kerääminen ja es- teiden väistäminen tai koiran liikkeiden seu- raaminen. + 60min tavanomainen ft 2x/vko.	Lokomat-harjoittelu il- man pelillisiä harjoituk- sia 3x/vko. Kävelyn- opeus max 2,5 km/h, painokevennys max 50 %, harjoitusaika 20- 60min. + 60min tavan- omainen ft 2x/vko.	FAC 10MWT	FAC 0 10MWT 0	10/13
Bodur ym. 2024, Turkki	8	32 (16/16)	57,8/56,8	Subakuutti/ kroo- ninen AVH, 32,5kk	Lokomat 30min pelillisiä harjoituksia hyödyn- täen 3x/vko, kävelynopeus 1,2–2,4 km/h, painokevennys 50 %. + tavanomainen ft 30min 3x/vko.	30min EksoAtlet-käve- lyrobotilla harjoittelu 3x/vko, keskitason no- peudella. + tavanomai- nen ft 30min 3x/vko.	6MWT	6MWT 0	8/13

ft; fysioterapia; BBS: the Berg Balance Scale (Bergin tasapainotesti); StL: Limits of stability; P.S. O.E: Postural stability center of pressure velocity opened eyes; P.S. C.E.: Postural stability center of pressure velocity closed eyes, TUG: the Timed Up and Go; 10MWT: the 10-meter walk test (10 metrin kävelytesti); PASS: the Postural Assessment Scale for Stroke; FMA: Fugl-Meyer Assessment; 6MWT: the 6-Minute Walk Test (kuuden minuutin kävelytesti); FAC: the Functional Ambulation Classification
