



Meri-Tuulia Hallikas

Itsenäisesti käytettävä kuntoutusteknologia aivoverenkiertohäiriöpotilaan kuntoutuksessa

Opinnäytetyö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Röntgenhoitaja YAMK S1522S6A

Kliininen asiantuntijuus, digitaalisen palveluiden asiantuntija

Opinnäytetyö

29.4.2024

Tiivistelmä

Tekijä(t):	Meri-Tuulia Hallikas
Otsikko	Itsenäisesti käytettävä kuntoutusteknologia aivoverenkiertohäiriöpotilaan kuntoutuksessa
Sivumäärä:	43 sivua + 3 liitettä
Aika:	29.4.2024
Tutkinto:	Röntgenhoitaja YAMK
Tutkinto-ohjelma:	Kliininen asiantuntijuus, digitaalisen palveluiden asiantuntija
Ohjaaja(t):	Lehtori Outi Pyrhönen

Aivoverenkiertohäiriöön sairastuu vuosittain 25 000 suomalaista. Siihen kuuluu vuositasolla noin 400 000 sairaanhoitopäivää erikoissairaanhoidossa sekä 1,5 miljoonaa päivää perusterveydenhuollossa. Aivoverenkiertohäiriö koskettaa joka kolmatta suomalaista heidän elinaikanaan, sen hoitaminen vaatii varoja yhteiskunnalla ja sen kuntoutusta uhkaa pula asiantuntijoista.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa integroiva kirjallisuuskatsaus, joka vastaa siihen, millaisia teknologisia, itsenäisesti käytettäviä ratkaisuja aivoverenkiertohäiriöstä kuntoutuvalla potilaalla on omassa potilashuoneessa. Kirjallisuuskatsauksen aihe tarjottiin Nordenskiöldinkadulla sijaitsevalta HUS:in Laakson sairaalan Neurologiselta kuntoutusyksiköstä. Vuosina 2022–2030 tullaan toteuttamaan yhteishanke, jonka jälkeen Laakson Yhteissairaalassa (LYS) aivoverenkiertohäiriöstä kuntoutuvalla potilaalla on käytössään 17 neliön yhden hengen potilashuone.

Kirjallisuuskatsauksen tuloksissa esille nousevat teknologiat olivat virtuaalitodellisuus, robotiikka, hyötypelit ja muu teknologia, joka piti sisällään erilaisia kuntoutuslustoja, joissa yhdistyivät useammat eri teknologiat. Suuri osa tutkimuksista keskittyi yläraajan kuntoutukseen, josta saatiin myös merkittävää positiivista näyttöä. Usea yläraajan tutkimuksista sisälsi teknologianaan robotiikkaa ja virtuaalitodellisuutta. Alaraajan kuntoutusta oli tutkittu vähemmän, mutta se tarjosi osittain positiivisia tutkimustuloksia. Neuropsykologinen ja -psykiatrinen kuntoutus tarjosi vähän positiivisia tuloksia ja sitä oli tutkittu huomattavasti vähemmän, kuin neurologista kuntoutusta.

Tuloksissa korostui ulkomaalainen tutkimustieto. Yksi tutkimuksista oli tehty yhteistyössä suomalaisen yliopiston kanssa. Useimmissa tutkimuksissa oli lyhyt seuranta-aika ja pieni otanta. Suuri osa tutkimuksista oli tehty korona -19 pandemian aikana.

Avainsanat: Aivoverenkiertohäiriö, aivoinfarkti, kuntoutusteknologia

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author(s): Meri-Tuulia Hallikas
Title: Independent use of rehabilitation technology in the rehabilitation of patients with cerebrovascular disease
Number of Pages: 43 pages + 3 appendices
Date: 29 April 2024
Degree: Radiography and Radiotherapy
Degree Programme: Clinical Expertise, master's Programme
Instructor(s): Outi Pyrhönen, Senior Lecturer

Cerebrovascular disease affects 25,000 person every year. It requires approximately 400,000 hospital days in specialized hospitals and 1.5 million days in primary care each year. It affects one in three Finnish person in their lifetime. Treating it requires a lot of funds from society and is threatened by a shortage of specialists.

The purpose of this thesis is to produce an integrative literature review that corresponds to what kind of technological, independently used solutions a patient recovering from cerebrovascular disease has in their own patient room. The subject of the literature review has been offered from Laakso Hospital by the Neurological Rehabilitation Unit. Between 2022 and 2030, a joint project will be implemented, after which a 17-square-meter single patient room will be available to patients rehabilitating from cerebrovascular disease in the Laakso Joint Hospital.

As a result of the literature review, technologies were virtual reality, robotics, serious games, and other technology which included different rehabilitation platforms, where several different technologies were combined. A large part of the studies focused on the rehabilitation of the upper limb, from which the largest, positive clinical evidence was also obtained. Several of the upper extremity studies included robotics and virtual reality as technology. Lower extremity rehabilitation had been studied less, offered partially positive research results. Neuropsychological and psychiatric rehabilitation offered few positive results and had been studied less than neurological rehabilitation.

The results highlighted foreign research data, one of the studies in the literature review was done in collaboration with a Finnish university. Most studies had a short follow-up period and a small sample. This was explained by the fact that a large part of the studies had been carried out during the Corona -19 pandemic.

Keywords: Cerebrovascular diseases, stroke, rehabilitation methods

The originality of this thesis has been checked using Turnitin Originality Check service.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Aivoverenkiertohäiriö ja teknologiset ratkaisut kuntoutuksessa	2
2.1	Aivoverenkiertohäiriö (AVH)	2
2.1.1	Aivoverenkiertohäiriön oireet	3
2.1.2	Neurologinen kuntoutuminen	4
2.2	Teknologiset ratkaisut kuntoutuksessa	7
2.2.1	Virtuaalitodellisuus	9
2.2.2	Hyötypelit	9
2.2.3	Robottiikka ja sensoriteknologia	10
2.2.4	Teknologia kuntoutuksessa	11
3	Tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymys	12
4	Tutkimusasetelma; menetelmät ja aineiston hankinta	13
4.1	Tutkimusmenetelmä	13
4.2	Hakuprosessi	14
4.3	Sisäänotto- ja poissulkukriteerit	16
4.4	Hakutulosten laadunarviointi	18
4.5	Valittujen tutkimusten taustatiedot	19
4.6	Aineiston analyysi	21
5	Kirjallisuuskatsauksen tulokset	22
5.1	AVH:n itsenäisessä kuntoutuksessa käytetyt kuntoutusteknologia	23
5.1.1	Virtuaalitodellisuus	24
5.1.2	Robottiikka ja puettava teknologia	25
5.1.3	Hyötypelit	26
5.1.4	Muu teknologia	27
5.2	Kuntoutusteknologiasta saadut tulokset	28
5.2.1	Yläraajan kuntoutus	29
5.2.2	Alaraajan, tasapainon ja askelluksen kuntoutus	32
5.2.3	Neuropsykologinen ja -psykiatrisen kuntoutus	34
5.3	Yhteenveto	35
6	Pohdinta	37
6.1	Tulosten tarkastelu	37
6.2	Eettisyys ja luotettavuus	40

6.3	Jatkotutkimusaiheet	42
	Lähteet	44
	Liitteet	
	Liite 1. Prisma Flow kaavio	
	Liite 2. Pelkistetyt ilmaukset ja alaluokat	
	Liite 3. Alaluokat ja pääluokat	

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö kartoittaa kuntoutusteknologian tarjoamia mahdollisuuksia potilas-huoneessa tapahtuvaan kuntoutukseen. Työ kartoittaa integroivan kirjallisuuskatsauksen kautta, millaisia teknologisia ratkaisuja aivoverenkiertohäiriöstä kuntoutuvalla potilaalla on

Opinnäytetyön toimeksianto tuli Helsingin ja Uudenmaan kuntayhtymään kuuluvalta Nordenskiöldinkadulla sijaitsevasta Laason sairaalan Neurologiselta kuntoutusyksiköstä. HUSin ja Helsingin kaupungin suunnittelema Laakson sairaalan vuosina 2022–2030 aikana toteutettava yhteishanke uudistaa Laakson sairaalan aluetta. Neurologinen kuntoutusyksikkö saa hankkeessa uudet tilat ja isommat potilashuoneet kuntoutujille. (Lys, laaksonyhteissairaala.fi.) Ylilääkäri, neurologisen kuntoutuksen apulaisprofessori Susanna Melkas kertoi, että Uudessa Laakson Yhteissairaalassa (LYS) aivoverenkiertohäiriöstä kuntoutuva potilas saa tilavan, noin 17 neliön yhden hengen huoneen. Tämä mahdollistaa häiriöttömän harjoittelun sekä terapeutin avustamana, että omatoimisesti. Omatoimisen harjoittelun tueksi on tarkoitus hankkia teknologisia ratkaisuja, jotka lisäävät huoneen virikkeellisyyttä.

Taipaleen 2020 tekemässä opinnäytetyössä seurattiin aivoverenkiertopotilaan aktiivisuutta ja ajankäyttöä HUS:n neurologisella kuntoutusosastolla. Tässä huomattiin, että potilaiden aktiivisuuden taso on terapeuttista 34,7 % ajasta aikavälillä 07:30–15.30. Keskimääräinen omassa huoneessa vietetty aika on 57,7 %. Potilaat viettivät 39,2 % ajasta sängyssä ja 18,5 % omassa huoneessa muualla, kuin sängyssä. Varsinaisen terapian osuus on 20,8 % päivästä. Seurantavaiheen toimintakykymittari korreloi positiivisesti potilaan aktiivisuustasoon: mitä parempi toimintakyky, sitä suurempi aktiivisuustaso. Kaikki tutkimuksen jälkeen kyselyyn vastanneet potilaat kaipasivat kehitystä motoriseen harjoitteluun. (Taipale, 2020.) Potilaiden aktiivisuustaso kertoo, että suuri osa kuntoutusosastolla vietetystä ajasta vietetään sängyssä, vaikka kuntoutujat kaipaivat enemmän motorista harjoitusta.

Tällä hetkellä HUS:in neurologisella kuntoutusosastolla kuntoutujalla on käytössä suuri näyttö, jolla kuntoutujat voivat pelata erilaisia aivojoogapelejä, kuten muistipelejä. Yhteishankkeessa uudistettujen huoneiden kuntoutusteknologisiin mahdollisuuksiin kaivataan katsausta, josta selviää, millaisia muita vaihtoehtoja on. Erilaiset pelit ja älysovel-

lukset mahdollistavat kuntoutujan tekemään harjoitteita itseohjautuvasti osastolla tapahtuvan ulkopuolisen ohjauksen lisäksi. Yksi toimeksiantajan käyttämä esimerkki olisi mahdollisuus hyödyntää tekoälyä taustalla siten, että se tunnistaa, milloin kuntoutuja on ollut paikalla pitkään, jolloin tekoälyn on mahdollista ehdottaa kuntoutujalle harjoitteiden tekemistä. Toimeksiantaja mietti mahdollisuutta käyttää älylattiaa tähän tarkoitukseen.

Suomessa sairastuu aivoverenkiertohäiriöön vuosittain noin 25 000 henkilöä, näistä 6500 työikäisiä. Tilastojen mukaan AVH koskettaa joka kolmatta suomalaista heidän elinaikanaan, kahdeksan kymmenestä näistä tapauksista olisi mahdollista estää vaikuttamalla riskitekijöihin tai elämäntapaan. Vuositasolla aivoverenkiertohäiriö kustantaa yhteiskunnalle 1,1 miljardia euroa vuosittain. (Aivoliitto 2024.)

Kuntoutumisen ammattilaisten vähyyks ja kuntoutustoimenpiteiden odottaminen kertovat kuntoutuksen resurssien riittämättömyydestä tarpeeseen nähden. (Autti-Rämö & Salmi-nen & Rajavaara & Melkas 2022: 13–16.) Suomessa tehtyjen kartoitusten mukaan terveydenhuollossa käytetään lisääntyvässä määrin hyväksi teknologiaa, joka tarjoaa asiakkaalle ja terveydenhuollon ammattilaisille uusia työvälineitä ja mahdollisuuksia (Aho-nen ym 2016: 8–9). Kehittyvä teknologia tarjoaa mahdollisuuden vähentää kuntoutustoimenpiteiden aloittamisen odotusaikaa ja tasoittaa henkilökunnan kokemaa kuormitusta sekä antaa uusia työkaluja potilaan itsenäiseen kuntoutumiseen. Uudet teknologiset ratkaisut voivat lisätä asiantuntijoiden aikaa kuntoutujan hoitamiseen ja auttavat hoitohenkilökuntaa resurssointiin vaadittuihin toimintoihin. Uudet teknologiset ratkaisut voivat nopeuttaa ja parantaa aivoverenkiertohäiriöön sairastuneen potilaan kuntoutumista.

2 Aivoverenkiertohäiriö ja teknologiset ratkaisut kuntoutuksessa

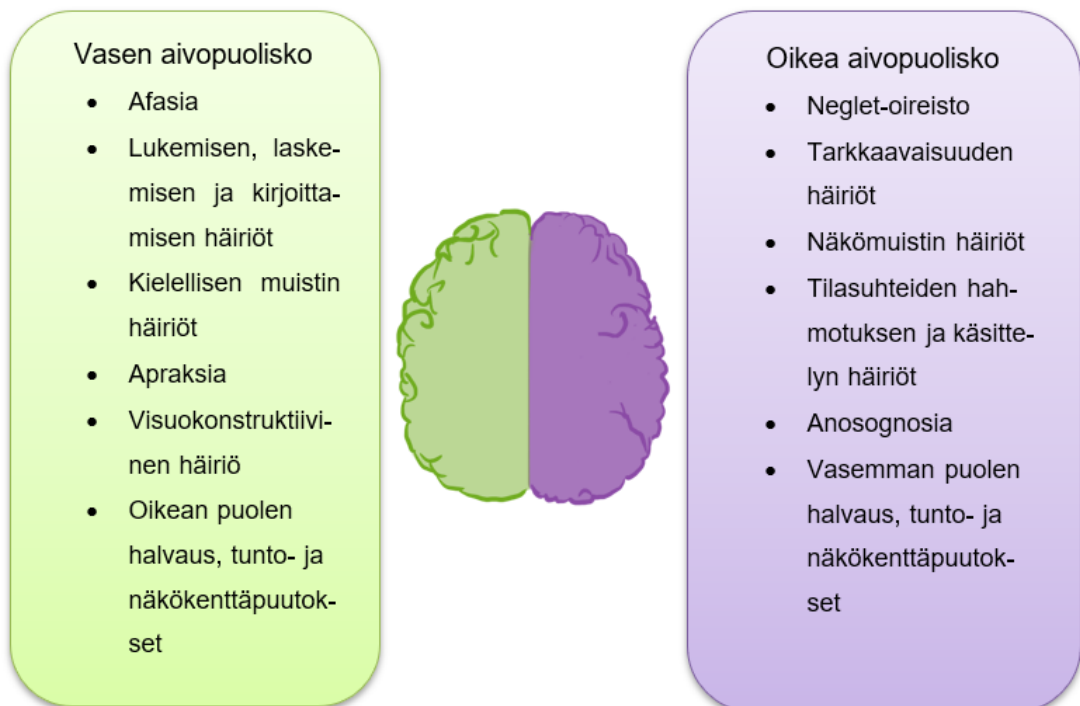
2.1 Aivoverenkiertohäiriö (AVH)

Aivoverenkiertohäiriöllä (lyhenne AVH) tarkoitetaan aivoverenvuotoja ja aivoinfarkteja. Aivoverenkiertohäiriöstä tunnetaan kaksi erilaista muotoa: paikallinen aivokudoksen vaurio eli iskemia ja paikalliseen aivovaltimon verenvuoto eli hemorragia. AVH on Suomessa kolmanneksi yleisin kuolinsyy. Aivoverenkiertohäiriöstä johtuvien oireiden vaikeusaste vaihtelee aivoverenvuodon tai aivoinfarktin laajuuden ja sijainnin mukaan.

Kolmessa kuukaudessa 50–70 % sairastuneista on toipunut päivittäisissä toimissa itsenäisiksi, 15–30 % pysyvästi vammautuneiksi, 20 % tarvitsee laitoshoidoa (Aivoliitto 2020) ja vain 5 % potilaista jää koko vuodeksi laitoshoidoon (Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologinen yhdistys ry:n asettama työryhmä, 2020). Pitkäkestoista kuntoutumista tarvitsee 40 % sairastuneista (Aivoliitto 2020). Aivoverenkiertohäiriöt ovat kolmanneksi kallein kansantauti Suomessa ja niiden hoitoon kuluu vuosittain noin 400 000 sairaanhoitopäivää erikoissairaanhoidossa ja 1,5 miljoonaa perusterveydenhuollossa. (Kaste ym. 2006: 271–276.)

2.1.1 Aivoverenkiertohäiriön oireet

Aivoverenkierto aiheuttaa neurologisia oireita, joihin kuuluu toispuoleinen halvaus, toispuoleinen tunnon puute tai toisen puolen näkökenttäpuutos riippuen vamman sijainnista: Oikean ja vasemman puolen aivolohkot vastaavat päinvastaisen puolen aistituntemuksista ja liiketoiminnoista. Sairauden oireistoon liittyy myös neuropsykologisia oireita, kuten liiketoimintoihin, tuntoaistiin ja korkeampiin henkisiin toimintoihin vaikuttavia oireita (kuva 1). Aivoverenkiertohäiriön laatu, mekanismi ja vaikeus ovat keskeisiä seikkoja toipumisen kannalta. Pienet vauriot korjaantuvat yleensä nopeammin, kuin laajat vauriot, mutta tämän lisäksi myös vaurion sijainnilla on merkitystä. Vauriosta parantumiseen vaikuttaa näiden lisäksi myös oireiston laatu ja vaikeusaste. (Jehkonen & Liipola 2011.)



Kuva 1. Neurologiset ja neuropsykologiset oireet luokiteltuna vamman sijainnin mukaan mukailen Jehkonen & Liippola 2011 aineistoa.

Aivoverenkiertohäiriöön liittyy tavallisesti ensimmäisten viikkojen aikana yleisoireina viireystilan vaihtelua, väsymistä, toimintojen ja ajatuksen hitautta, toimintojen juuttuvuutta sekä aloite- ja sietokyvyn heikentymistä. Tämä voi vaikuttaa sairastuneen jokapäiväiseen elämään ja arjen toimista selviämiseen. (Kallio & Wikström & Hietanen. 2022: 346–353.)

Aivoverenkiertohäiriön oireet vaikeuttavat kuntoutujan jokapäiväistä elämää ja aiheuttavat vaaratilanteita. Tarkkaavaisuuden häiriöt sekä visuospatiaaliset kuin myös visuo-konstruktiiviset häiriöt voivat saada aikaan suuria vaaratilanteita niin ulkona liikkuessa kuin kotiympäristössä. Osa oireista, kuten anosognosia, heikentää kuntoutujan hakeutumista ja sitoutumista kuntoutukseen. Sairastuneen oireiden tunnistaminen ja kartoittaminen puolestaan voi olla hankalaa kielellisten häiriöiden ja afasian vuoksi. On olemassa riski, että osa sairastuneiden oireista voidaan tulkita virheellisesti masennukseksi tai muiksi neuropsykiatrisiksi oireiksi. (Jehkonen & Liippola 2011.) Muut oireet voivat saada aikaan päättelyn häiriöitä: neglect-oireet tai muistin ongelmat hankaloittavat asioiden päättelyä ja päätöksen tekemistä. (Kallio & Wikström & Hietanen. 2022: 346–353.)

Sairastuneella voi olla neuropsykiatrisia oireita, kuten masennusta, ahdistuneisuutta, maniaa, pakkonaurua ja -itkua sekä apatiaa. (Jehkonen & Liippola 2011.) Näiden oireiden tunnistaminen mahdollisimman aikaisin on tärkeää, jotta lääkitys voidaan aloittaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. (Kallio & Wikström & Hietanen 2022: 346-353.)

2.1.2 Neurologinen kuntoutuminen

Kuntoutuksen tehtävänä on parantaa yksilön tervehtymistä tai kohentaa toimintakykyä tai hidastaa toimintakyvyn heikkenemistä. Akuutin sairastumisen tai vammautumisen yhteydessä on tärkeää varmistaa, että potilaan toimintakyky voi palautua mahdollisimman hyväksi hänen tarvitsemansa hoidon ohessa. Aivoverenkiertohäiriössä kuntoutustoimenpiteiden tarve on suurin alkuvaiheessa toipumisen alkaessa. (Autti-Rämö & Mikkelsson & Lappalainen 2022: 54–57) Aivoverenkiertohäiriön kuntoutujalla on tukenaan moniammatillinen asiantuntijaryhmä, joka koostuu neurologian erikoislääkäristä, sairaanhoitajasta, fysioterapeutista, puheterapeutista, neuropsykologista, toimintaterapeutista, kuntoutusohjaajasta ja sosiaalityöntekijästä. (Aivoliitto 2023.)

AVH-potilasta hoidetaan akuuttiosastolla keskimäärin 5 vuorokautta. Potilaan hoidontarpeen arvio tehdään akuuttiosastolla. Akuuttiosastolla kuntoutus aloitetaan välittömästi potilaan voinnin salliessa, yleensä toisena tai kolmantena sairastumisen jälkeisenä päivänä. Keskimääräinen hoitoaika kuntoutusosastolla on 29 vuorokautta, jonka aikana yksittäisen kuntoutujan arvioidaan osallistuvan hoitoon 2–3 tuntia vuorokaudessa. (Aivoliitto 2016.) Suomessa 40–50 % AVH:n sairastaneista tarvitsee kuntoutusta ja 15 % sairastaneista saa kuntoutusta (Aivoliitto 2024). Kuntoutuksessa on suuria eroja sairaanhoitopiirin välillä, sillä hoitopaikkoja on eri määrä paikkakunnittain (Aivoliitto 2016).

Sairauteen liittyvät neuropsykologiset ja neuropsykiatriset oireet voivat hidastaa kuntoutumisen aloittamista. Usein kuntoutusta ei päästä aloittamaan tarpeeksi aikaisin, koska potilas kokee hoidon tarpeettomaksi sekä siitä, että kuntoutuksen aloittaminen ja järjestäminen vievät aikaa. Häiriöt kuntoutuvat yleensä nopeammin ensimmäisen kolmen kuukauden aikana sairastumisesta. (Jehkonen & Liippola 2011.) Aivovaurion jälkeen aivoissa voi tapahtua kuntoutustoimista riippumatonta, spontaania kuntoutumista, joka näkyy toimintakyvyn korjaantumisenä. (Kallio & Wikström & Hietanen 2022: 346–353.)

Neuropsykologisen kuntoutuksen tulokseen vaikuttavat monet tekijät. Osa näistä liittyy yksilön omiin erityispiirteisiin kuten kuntoutujan ikään, vireystilaan, kognitiivisen toimintakyvyn eroavaisuuksiin, yksilön kykyyn selvitä vastoinkäymisistä, motivaatioon, oiretiedostukseen, mielialaan tai elämäntilanteeseen. Osa tekijöistä liittyy vaurioon: Näitä ovat verenkiertohäiriön mekanismi, vaurion sijainti ja laajuus, neuropsykologisen oirekuvan vaikeusaste, kuntoutettava häiriö. (Laaksonen ym. 2022.) Tämän lisäksi ympäristö tuo omat haasteensa, sillä kuntoutukseen vaikuttavat myös sosiaalinen tukiverkko, keskittymisen tukeminen harjoittelun aikana ja ärsykerikas ympäristö. On otettava huomioon myös kuntoutukseen liittyvät tekijät, kuten palvelujärjestelmä, kuntoutuksen ajankohta ja intensiteetti, kuntoutuksen sisältö sekä toimiva kuntoutusyhteistyö. (Hiekala & Hämäläinen & Pekkonen 2022: 418–427)

Kaikkiin AVH-kuntoutukseen vaikuttaviin tekijöihin ei voida vaikuttaa. Tällaisia tekijöitä ovat muun muassa aivovaurion laajuus ja sijainti, potilaan lähtötilanne kuten ikä ja terveydentila sekä yksilöllisten hermoverkkojen muutokset, jotka tapahtuvat AVH:n jälkeen. Sen sijaan voidaan vaikuttaa kuntoutuksen moniammatillisuuteen ja resursointiin sekä optimaalisiin kuntoutusolosuhteisiin. Optimaaliset kuntoutusolosuhteet pitävät sisällään: Virikkeellisen ympäristön, laadukkaan unen ja ravitsemuksen ja fyysistä aktiivisuutta että kognitiivisia toimintoja avustaviin harjoitteisiin. Kuntoutusta voidaan auttaa

oikeanlaisella lääkinnällä. (Kallio & Wikström & Hietanen. 2022: 346–353) Kuntoutujalla on voinut olla ongelmia stressin säätelyssä, uni- ja vireystilan säätelyssä ja liikunnan vähyydessä jo ennen aivoverenkiertohäiriöön sairastumista (Laaksonen ym. 2022).

Neuropsykologisilla kuntoutustoimenpiteillä voidaan tehostaa aivojen toiminnallista ja synapsitason muutoksia, ja aivojen muovautuvuutta eli plastisiteettia. Kuntoutuksen yleisenä tavoitteena on lievittää aivotoimintojen häiriöitä ja vähentää oireiden aikaansaamaa haittaa. Yksilön tavoitteet liittyvät usein toimintakyvyn palautumiseen arkipäiväisissä toimissa, opiskelussa ja työelämässä sekä itsenäisen selviytymisen lisäämiseen. (Kallio & Wikström & Hietanen 2022: 346–353.)

Motivaatio on iso osa kuntoutumisprojektia, ja siihen vaikuttaa kuntoutujan oireiden laajuus ja niihin liittyvä oireiden kieltäminen, kuntoutussuunnitelman haastavuudesta johtuva epäonnistumisen tunne sekä sosiaalisen tukiverkon puuttuminen. Kuntoutujalta odotetaan sitoutumista kuntoutussuunnitelmaan ja kuntoutustyön epäonnistuessa syynä pidetään kuntoutujan huonoa motivaatiota. Epämotivoitunut kuntoutuja voidaan helposti arvioida yhteistyökyvyttömäksi. Kuntoutuksen suunnittelussa pyritään ottamaan kuntoutujaa enemmän mukaan ja tekemään kuntoutuksesta enemmän potilaslähtöistä. (Autti-Rämö & Mikkelsen & Lappalainen 2022: 54–57.)

Onnistuneeseen kuntoutusprojektiin kuuluu yksilölle merkityksellisten tarpeiden tunnistaminen ja kuntoutujan sekä hänen läheisen sitoutuminen tavoitteisiin. Kuntoutujan tarpeita noudattava kuntoutussuunnitelma tavoitteineen, sisältöineen ja toteutuksineen suunnillaan kuntoutujan ja ammattilaisen välillä. Olemassa olevat resurssit luovat puitteet realistisen tavoitteiden ja sisällön valinnalle. (Autti-Rämö & Mikkelsen & Lappalainen 2022: 54–57.) Elämäntilanne ja ympäristö ovat tärkeässä osassa motivaation muodostumisesta (Deci & Ryan 2017). Kannustava, kuntoutujaa huomioiva ympäristö auttaa onnistuneen kuntoutuksen toteutumisessa. Sairastunut voi kaivata paljon apua ja ohjeistusta läheisiltään (Jehkonen & Liippola 2011). Tutkimustulokset ovat osoittaneet, että kuntoutuja, joka kokee lähipiirinsä tukevan häntä, suoriutuu paremmin kuntoutusprosessista (Härkäpää & Valkonen & Järvikoski 2022: 74–82).

Aivoverenkiertohäiriön yksilöllinen laitoskuntoutusjakso voidaan ajoittaa heti akuutin sairaalavaiheen jälkeen. Aivoverenkiertohäiriöiden ollessa kyseessä akuutin vaiheen hoito on erityisen tärkeää kuntoutujan kuntoutumisen kannalta. Onnistuneen laitosjakson edellytyksenä on moniammatillinen työryhmä, joka tuntee sairauden erityispiirteet ja on perehtynyt kuntoutushaasteiden prosessiin. Laitoskuntoutuksessa moniammatilli-

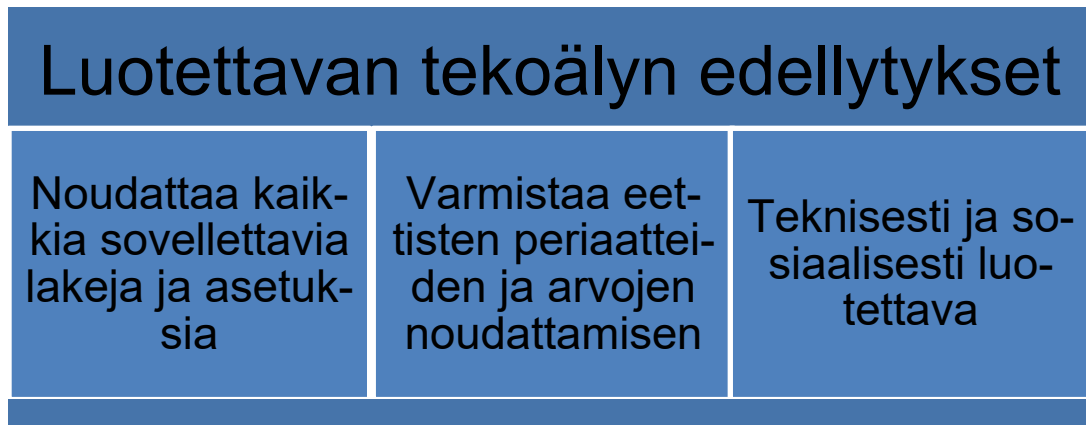
nen yhteistyö on helposti toteutettavissa, koska koko työryhmä löytyy samasta paikasta. Laitoskuntoutuksessa koulutusohjelma on intensiivinen ja siihen kuuluu paljon harjoitteita. Päivittäiseen ohjelmaan kuuluu yksilöllisiä ja ryhmässä toteutettavia harjoitteita. Tämän lisäksi kuntoutuspäivään sisältyvät omatoimiset harjoitteet, joita kuntoutuja voi tehdä omassa huoneessaan. Kuntoutuspäivään voi kuulua myös itsehoidon toimenpiteitä ja kuntoutuksen tavoitteita tukevaa muuta ohjelmaa. (Hiekkala & Hämäläinen & Pekkonen 2022: 418–427)

2.2 Teknologiset ratkaisut kuntoutuksessa

Väestön ikääntymisen aikaansaamien vaikutusten hillitsemiseksi ja tulevaisuudessa uhkaavan hoitajapulan korjaamiseksi Suomessa pyritään lisäämään hoitohenkilökunnan koulutusta ja kehittämään henkilöresurssien tehokkaampaa kohdentamista. Asian tuntijakeskustelussa on arvioitu, että ulkomaalaisen rekrytoinnin tarve tulee olemaan 10 % vuonna 2030. Digitalisaatio ja hyvinvointiteknologia, kuten robottien ja tekoälyn, ottaminen osaksi hoitotyötä auttavat sotehenkilöstötarpeen vähenemisessä ja mahdollistavat tehokkaamman resursoinnin. (Sosiaali- ja terveysministeriö, 2023.) Työ- ja elinkeinoministeriö on asettanut tavoitteeksi tehdä Suomesta tekoälyn kärkimaan. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2019.)

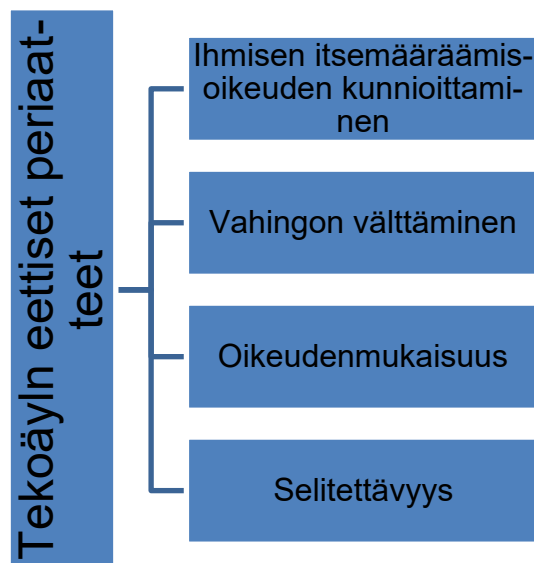
Kuntoutusteknologia on lääkinnälliseen ja hoidolliseen tarkoitukseen suunniteltua teknologiaa, jolla voidaan auttaa kuntoutujaa suorittamaan harjoitteita ohjatusti ja omatoimisesti. Kuntoutusteknologia voi olla alan ammattilaisen työkalu tai kuntoutujan omatoimisesti käyttämä työkalu. Omatoimiseen kuntoutukseen soveltuvat teknologiset ratkaisut vähentävät hoitohenkilökunnan työtaakkaa ja vapauttavat hoitohenkilökuntaa toimimaan tehokkaammin niissä tilanteissa, jossa kuntoutuja kaipaa kuntoutuksen ohjausta. (Salminen & Partanen 2022: 74–82.)

Euroopan unionin komissio on tehnyt ehdotuksen tekoälysovelluksilta vaadituista asioista, kuten turvallisuusvaatimuksista ja käyttäjän perusoikeuksista. Tämän lisäksi säädöksessä määritellään tekoälyn mahdollisia aineellisia tai aineettomia riskejä. Suomessa käytössä olevien tekoälyjärjestelmien pitää täyttää laissa määritellyt ehdot. (Eur-Lex 2021.) Tekoälyn luotettavuus on edellytys sille, että ihmiset ja yhteiskunnat kehittävät, ottavat käyttöön ja käyttävät tekoälyjärjestelmiä. Luotettava tekoäly on oltava lainmukainen, eettinen sekä teknisesti ja sosiaalisesti luotettava (kuva 2). (Tekoälyä käsittelevä korkean tason asiantuntijaryhmä, 2019.)



Kuva 2. Luotettavan tekoälyn kolme edellytystä mukaillen Tekoälyä käsittelevä korkean tason asiantuntijaryhmä, 2019 aineistoa.

Tekoälylle on määritelty eettiset periaatteet, jotka perustuvat perusarvoihin ja joita on noudatettava, jotta voidaan varmistaa, että tekoälyjärjestelmä kehitetään, otetaan käyttöön ja käytetään luotettavasti. Nämä ovat hierarkkisessa järjestyksessä: Ihmisen itsemääräämisoikeuden kunnioittaminen, vahingon välttäminen, oikeudenmukaisuus ja selitettävyys (kuva 3). (Tekoälyä käsittelevä korkean tason asiantuntijaryhmä, 2019.)



Kuva 3. Tekoälylle määritellyt eettiset periaatteet mukaillen Tekoälyä käsittelevä korkean tason asiantuntijaryhmä, 2019 aineistoa.

Kuntoutuksen apuna käytettävät teknologiset ratkaisut pitävät sisällään robotiikkaa ja VR teknologiaa, erilaisia älynäyttöjä ja hyötypelejä. Tekoälyllä toiminnot tarjoavat uusia mahdollisuuksia teknologisten ratkaisujen tehokkaammalle hyödyntämisessä kuntoutuksessa. (Salminen & Partanen 2022: 74–82.)

Tässä työssä teknologiset ratkaisut tarkoittavat aivoverenkiertohäiriöön sairastuneen kuntoutuksessa käytettäviä teknologisia ratkaisuja, kuten virtuaalitodellisuutta, hyötypelejä ja robotiikkaa. Tekoäly on tärkeä osa kuntoutusteknologisia ratkaisuja, koska useista ratkaisuista pohjautuu tekoälylle.

2.2.1 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuus ja siihen liittyvät teknologiat ovat teknologisia ratkaisuja, jotka yhdistävät aineellista ja digitaalista maailmaa luomalla virtuaalisen ympäristön, jonka kanssa käyttäjä voi vaikuttaa. Virtuaalitodellisuudella on monia erilaisia sovelluksia, joiden välillä on yhtymäkohtia ja päällekkäisyyksiä. Tällaisia ovat virtuaalinen todellisuus/ Virtual reality (VR), lisätty todellisuus/ augmented reality (AR), mixed reality (MR) ja laajennettu todellisuus/extended reality (XR). Laajennettua todellisuutta voidaan pitää yläkäsitteenä edellä mainitun mukaisille teknologioille. (Jones ym. 2022: 3-4.)

Kuntoutuksessa voidaan käyttää hyväksi 3D-teknologiaa, jonka yksi käyttötarkoitus on virtuaalitodellisuus eli VR-teknologia. Virtuaalitodellisuutta käytetään apuna mm. erilaisissa koulutuksissa. Tämän lisäksi sitä voidaan käyttää apuvälineenä kuntoutuksessa, jossa se voi mahdollistaa virtuaalitekniikan, jolla voidaan simuloida arkista ympäristöä, kuten kotia tai rauhoittavaa ulkotilaa (Kallio & Wikström & Hietanen 2022: 346–353).

Virtuaalitodellisuutta on käytetty osana aivoverenkiertohäiriöpotilaiden kuntoutusta. Kuntoutuksessa oli mukana muistipeli, keskittymis-, nimeämis- ja reaktioharjoituksia. Virtuaalilasien avulla kuntoutuja pystyy suorittamaan tehtäviä haluamassaan ympäristössä, kuten oman kodin huoneessa, vedenalaisessa maailmassa tai avaruudessa. Pilotihankkeessa mukana ollut toimintaterapeutti koki sen motivoivan kuntoutujaa. (Sirikka & Holappa 2018.)

2.2.2 Hyötypelit

Kaupallisten videopelikonsolien kuten Nintendo Wii:n ja Sony Playstationin tarjoamia kuntoutukseen soveltuvia liikuntapelejä on tutkittu kuntoutuskäytössä pienellä otoksella. Tutkimuksessa on nähty, että itsenäinen selviytyminen on lisääntynyt vertailuryhmään nähden. Yläraajan toiminnan paranemista koskevat tutkimukset ovat ristiriitaisia. Näyttö videopelien vaikutuksista on erittäin niukkaa. (Hiekkala 2016.) Tällä hetkellä suurin osa liikuntapeleistä on tuotettu alun perin viihdytystarkoituksiin, joten ne eivät välttämättä sisällä kuntoutuksen kannalta olennaisia liikkeitä. (Sirikka & Holappa 2018.)

Hyötypeli (eng. serious games) voidaan määritellä siten, että ne on tehty kouluttava tarkoitusta varten sen sijaan, että ne olisi tehty hauskanpitoa varten. Tavallisten pelien käyttö kuntoutuksessa voi vaatia nopeita refleksejä tai monimutkaisia liikkeitä pelaajalta minkä vuoksi ne eivät sovellu täysin kuntouttaviin tarkoituksiin. Tästä syystä kuntoutukseen käytettävän hyötypelin pitäisi olla kuntoutusta varten suunniteltu ja kuntoutujan tarpeet huomioonottava. Kuntoutujan voi olla mahdollista käyttää hyötypeliä kotonaan. (Barbosa & Castro & Carrapatoso 2018.)

Kuntoutuksessa on pilotoitu älylattioita, kuten liikuntalautoja ja interaktiivista lattiaa. Ikääntyneiden hoidossa ja kuntoutuksessa on kokeiltu liikuntalautoja. Liikuntalautat tukevat koordinaatiota, reaktiokykyä ja tasapainoa. Pilotissa mukana olleen henkilökunnan mukaan asiakkaiden koordinaatio- ja reaktiokyky kehittyivät ja liikuntalautat kannustivat asiakkaita liikkumaan enemmän. Interaktiivista lattiaa on pilotoitu autismin kirjon kuuluvien, kehitysvammaisten sekä aikuisena vammautuneiden asiakkaiden aktiivoinnissa ja rauhoittamisessa. Interaktiivisella lattialla kuntoutuja voi harjoitella sisällön ohjaamista liikkeillä tai pyyhkäisyllä, harjoitella kohteen kiinniottamista, väritystehtäviä, ympäristön tutkimista, numeroharjoituksia, kyselyitä, palapelejä ja musiikkiharjoituksia. Palvelun avulla asiakkaat pystyivät harjoittelemaan kognitiivisia taitoja, motoriikkaa ja reaktiokykyä sekä vartalonhallintaa. Pilotissa nostettiin lattian suurimmaksi hyödyksi potilaan motivoiminen ja innostaminen. (Sirikka & Holappa 2018.)

2.2.3 Robotiikka ja sensoriteknologia

Robotiikkaa ja sensoriteknologiaa voidaan käyttää toisen teknologian rinnalla, kuten hyötypeleissä tai virtuaalitodellisuutta käytettäessä. Suomessa on käytetty tekoälyä ja robotiikkaa apuna hoitotyössä Hyvinvoinnin tekoäly ja robotiikka -ohjelmassa (Hyteairo) (Terveyden- ja hyvinvoinninlaitos 2022).

Hoitokäytössä olevien robottien sovelluksia voidaan hyödyntää hoitohenkilökunnan tukemiseen, kuntoutukseen ja proteeseihin, henkilökohtaiseen fyysiseen apuun sekä kognitiiviseen/sosiaaliseen apuun. Kuntoutuksessa robotti voi olla apuna ohjaamassa ja tukemassa kuntoutusharjoitusta. (Hannala ym 2017.) Robotiikka on yleistymässä hoitokäytössä ja Pohjoismaissa sitä on otettu nopeimmin käyttöön Tanskassa ja Ruotsissa. Kansainvälisten arvioiden mukaan myös Suomella on valmiuksia hyödyntää automatisaatiota ja robotiikkaa. Kuntoutuksessa käytetään hyödyksi esimerkiksi puettavaa robotiikkaa, kuten hansikkaita, joita voidaan käyttää osana kuntoutusta. (Ahonen ym 2016: 58–68.)

Ylävartalon tukemiseen käytetty robotiikka tähtää usein käden alueen liikkuvuuden lisäämiseen. Alavartalon motorisia toimia tukeva robotiikka voi opettaa kuntoutujan uudelleen kävelemään ja voi toimia pitkäaikaisena tukena kävelyssä ja liikkumisessa. (Hannala ym 2017.) Cochrane Stroke Groupin tekemässä selvityksessä aivohalvauskuntoutujan kuntoutuksessa alaraajan motorinen kuntoutus robottivälineillä tuotti positiivisia tuloksia verrattuna vertailuryhmään, joka ei saanut vastaavaa kuntoutusta. Tutkimuksessa huomattiin myös, että potilaat, joilla oli suurimpia ongelmia kävelyn kanssa, näyttävät tutkimustuloksen valossa hyötynvän siitä eniten. (Mehrzol ym. 2020.)

Potilaan, jonka tila vaatii valvontaa, kohdalla voidaan käyttää tekoälyyn pohjautuvia järjestelmiä, joilla potilaan tilassa tapahtuvat muutokset voidaan rekisteröidä. Mittareilla ja sensortechnologialla voidaan seurata potilasta. Seuranta voi olla potilaan tarpeiden mukaan ympärivuorokautista tai vain yksittäiseen hetkeen kohdistuvaa. Potilaaseen tai hänen sänkyynsä kiinnitettävällä mittarilla voidaan tarkkailla hänen sykettään, liikettään tai esimerkiksi kohtausoireita. Tällainen seuranta antaa lisää tietoa potilaan voinnista ja tottumuksista sekä auttaa potilaan kokeiden, helposti subjektiivisten oireiden ymmärtämisessä. (Peciola ym 2019.) Tällaista teknologiaa on kokeiltu ikääntyneiden hoidossa mm. Satakunnan sairaanhoitopiirissä (Sirkka & Holappa 2018).

2.2.4 Teknologia kuntoutuksessa

Kuntoutusteknologia tarjoaa kuntoutusmahdollisuuksia liikuntalaitteiden, virtuaalimallien ja kuntoutusta tukevien liikuntavideoiden kautta. Lattialle ja seiniin kiinnitettävät liiketunnistimet tukevat kaatumisten ehkäisemisessä ja antavat hoitohenkilökunnalle informaatiota siitä, missä kohtaa huonetta potilas on. (Sirkka & Holappa 2018.) Itsenäisesti kävelemään pystyvät potilaat voivat hyötyä harjoittelusta kävelymatolla, joka voi parantaa heidän kävelynopeutensa ja sitä, kuinka pitkiä matkoja he jaksavat kävellä (Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologinen yhdistys ry:n asettama työryhmä, 2020). Muistisairaille on kehitetty kotona mobiililaitteella tehtäviä hyvinvointipelejä, jotka tukevat kuntoutumista musiikin ja erilaisten muistipelien avustuksella. (Kurki ym 2015.)

Fysio- ja toimintaterapiassa on käytössä useampaa eri teknologiaa yhdistävä järjestelmä, jossa osana ovat virtuaalilasit, pyörätuolisimulaattori, liiketunnistuskamera ja kosketusnäyttö. Osana fysio- ja toimintaterapiaa on havainnointiharjoitteita VR-laseilla, painonsiirtoharjoituksia, liikkuvuutta ja keuhonhallintaa parantavia harjoitteita. Tämän lisäksi se sisältää muistisairaiden kuntouttamiseen ja muistisairauksia ehkäisemiseen käytettäviä muistia ylläpitäviä harjoitteita. (CSE entertainment, luettu 1.3.2023.)

Teknologisten ratkaisujen hyödystä osana kuntoutusta löytyy kansainvälistä tutkimusta. Aiheesta tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että videopeleillä on positiiviseen viittavia vaikutuksia yläraajan motoriseen kuntoutukseen, mutta tulokset eivät anna vielä suoraa vastausta hyötypelien hyödystä yläraajan kuntoutumisessa (Hiekkala 2016). Puettava teknologia, jossa teknologia auttaa liikkeiden tekemisessä ja antaa vastineen kuntoutujan toimille, on huomattu hyväksi keinoksi kuntoutuksessa (Ahonen ym 2016: 58–68). Virtuaalitodellisuuden avulla kuntoutujalle voidaan mahdollistaa kuntoutuminen tutussa ympäristössä. Satakunnan sairaanhoitopiirissä tehdyissä pilottikokeilussa kuntoutujien on koettu hyötывänsä virtuaalitodellisuudesta. (Sirkka & Holappa, 2018.)

Omassa huoneessa itsenäisesti tapahtuvassa kuntoutuksessa on tärkeää, että kuntoutuja on motivoitunut. Sirkkan ja Holappan mukaan motivaatio on yksi kuntoutuksen suurimmista haasteista. Erilaiset kuntoutustavat, jotka motivoivat myös liikunnasta vähemmän kiinnostunutta kuntoutujaa nousemaan ylös, auttavat kuntoutumisessa ja edistävät tavoitteisiin pääsemistä. (Sirkka & Holappa, 2018.) Kuntoutujilla tulee olemaan LYS-tilahankkeen toteuttamisen jälkeen noin 17 neliön huoneet. Sairaalassa halutaan lisätä aivoverenkiertohäiriöstä kuntoutujan oma-aloitteisuutta ja sen tukemista omassa hoidossa.

3 Tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymys

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa teknologisia, itsenäisesti käytettäviä ratkaisuja aivoverenkiertohäiriöstä kuntoutuvalla potilaalla on potilashuoneessa. Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa integroiva kirjallisuuskatsaus aiheesta, josta on tällä hetkellä paljon tutkimusta, mutta vähän yhteen koottua tietoa.

Kirjallisuuskatsauksen on tarkoitus vastata seuraaviin kysymyksiin:

1. Millaisia teknologisia ratkaisuja aivoverenkiertohäiriöstä kuntoutuvan potilaan itsenäiseen kuntouttamiseen hyödynnetään?
2. Millaisia kokemuksia teknologisten ratkaisujen hyödyntämisestä on saatu?

4 Tutkimusasetelma; menetelmät ja aineiston hankinta

4.1 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyö toteutettiin integroivana kirjallisuuskatsauksena, jonka tarkoituksena oli kartoittaa, millaisia teknologisia ratkaisuja AVH-kuntoutujilla on saatavilla.

Kirjallisuuskatsaus on monimenetelmäinen ja analyttinen tutkimustapa. Siinä yhdistyvät ennalta suunniteltu järjestelmällinen tutkimuksen hakuprosessi, tutkimusten valikointi, niiden kriittinen lukeminen ja arviointi, muistiinpanojen tekeminen alkuperäistutkimuksista sekä tutkimuksen analyysi uuden tiedon tuottamiseksi (Vilkkä 2023). Kirjallisuuskatsauksen on oltava toistettavissa ja sen on pohjauduttava kattavaan aihealueeseen ja ilmiön ajassa kehittymisen tuntemiseen. Kirjallisuuskatsauksen vaiheita ovat tarkoituksen ja tutkimusongelman määrittäminen, kirjallisuushaku ja aineiston valinta, tutkimuksen arviointi, aineiston analyysi ja synteesi sekä tulosten raportointi. (Stolt & Alexin & Suhonen 2015: 8–10.)

Kirjallisuuskatsaukset voidaan jaotella kolmeen perustyyppiin: kuvaileva kirjallisuuskatsaus, systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus on yleiskatsaus ilman tiukkoja rajoja ja sääntöjä. Tutkimuskysymykset ovat kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa väljempiä kuin systemaattisessa katsauksessa tai meta-analyysissä. (Salminen, 2011: 3–8.)

Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa on kaksi erilaista tyyppiä, narratiivinen ja integroiva katsaus. Integroivassa kirjallisuuskatsauksessa keskitytään aiheen mahdollisimman monipuoliseen kuvaamiseen. Integroivan ja narratiivisen kirjallisuuskatsauksen suurin ero on integroivaan kirjallisuuskatsaukseen lähtökohtaisesti kuuluva kriittinen tarkastelu. Integroivaan kirjallisuuskatsaukseen kuuluu systemaattisesti toteutettu tiedonhaku. (Salminen 2011: 3–8.)

Opinnäytetyöhön valittiin tutkimusmenetelmäksi integroiva kirjallisuuskatsaus, koska aineistosta haluttiin muodostaa laaja näkemys systemaattisesti toteutetun tiedonhaun avulla. Tiedonhaku antoi tuloksiksi erilaisilla tutkimusmetodeilla tehtyjä tutkimuksia, joista koottiin kokonaisvaltainen synteesi integroivan kirjallisuuskatsauksen menetelmillä. Integroiva kirjallisuuskatsaus soveltuu opinnäytetyöhön, jonka tutkittavasta aiheesta löytyy jo olemassa olevaa tutkimustietoa, jonka avulla voidaan kuvata tieteen senhetkinen tila, kehittää teoriaa tai soveltaa tutkimuksen kautta hankittua tietoa käytännössä (Flinkman & Salanterä 2016: 84–100.). Opinnäytetyön koehaut osoittivat, että

aiheesta on paljon tutkimuksia, jotka on tehty keskenään erilaisilla tutkimusmenetelmillä. Integroivan kirjallisuuskatsauksen sisällönanalyysin menetelmät tarjoavat työkalun tällaisten tutkimusten vertaamisen keskenään.

Integroivaan kirjallisuuskatsaukseen kuuluu tärkeänä osana kriittinen tarkastelu (Salmi-
nen 2011: 3–8). Opinnäytetyöhön valittua aineistoa on pyritty tarkastelemaan kriittisesti ja rajatapauksissa on pyydetty apua toimeksiantajalta. Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on kuvata laaja-alaisesti AVH:n omassa huoneessa käytettävää kuntoutusteknologian tutkittuja käyttötarkoituksia ja siitä saatuja tuloksia.

4.2 Hakuprosessi

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksissä käytettiin PICO mallia apuna tutkimuskysymysten muodostamisessa (taulukko 1).

Taulukko 1. PICO malli apuna tutkimuskysymyksen muodostamisessa.

P	Potilasryhmä	Aivoverenkiertohäiriöön sairastunut potilas
I	Interventio	Teknologiset ratkaisut kuntoutuksessa
Co	Konteksti	Potilashuone

Opinnäytetyön hakusanat valittiin suhteessa opinnäytetyön teoreettiseen viitekehykseen ja tutkimuskysymyksiin. Hakusanoihin ei otettu mukaan työn otsikossa käytettyä teknologiset ratkaisut -hakusanaa. Oppilaitoksen tarjoamassa keskustelussa informaation kanssa selvisi, että vaikka tämä on vakiintunut termi sitä ei käytetä yleisesti hakusana. Teknologiset ratkaisut -hakusanan sijaan opinnäytetyöhön otettiin mukaan tiedettyjä aivoverenkiertohäiriöön sairastuneen kuntoutukseen käytettäviä teknologisia ratkaisuja, kuten *virtual reality* ja *videogames*. Tämän lisäksi mukaan otettiin etäkuntoutumista kuvaava sana *telerehabilitation*.

Hakusanoja ja -lausekkeita testattiin koehaulla ennen varsinaisen tiedonhaun tekemistä. Siinä käytettiin hakulauseetta: (*virtual reality* OR *video games* OR *smart floor* OR *telerehabilitation* OR *enriched environment* OR *rehabilitation methods*) AND *rehabilitation* AND (*cerebrovascular diseases* OR *stroke*). Haku suoritettiin Cinahlissa. Koehaku

tuotti ilman rajauksia 2212 hakutulosta. Suurin osa tutkimuksista oli laadullisia, mutta mukana oli myös määrällisiä tutkimuksia. Joukossa oli paljon pienelle joukolle tehtyjä tapaustutkimuksia, joissa on tutkittu teknologiaa ja sen vaikutuksia kontrolloidussa ympäristössä pienelle koehenkilömäärälle. Tutkimuksista suuri osa koski kuntoutumista videopelien tai virtuaalitodellisuuden avustuksella. Haussa testattiin, antavatko hakusanojen synonyymit lisää informaatiota aiheesta (taulukko 2).

Taulukko 2. Kirjallisuuskatsauksessa käytettyjä hakusanoja ja niiden synonyymejä

Hakusana	Synonyymi
Virtual reality	Augmented reality, mixed reality, virtual environment, virtual world, virtual environment
Video games	Digital games
Telerehabilitation	Remote Rehabilitation, Tele-rehabilitation, Virtual Rehabilitation

Haussa huomattiin, että hakusana *smart floor* ei tuottanut tuloksia, joten se suljettiin pois hakusanoista. Osalla hakusanoista on synonyymeja. Synonyymit on haettu YSO:n (Yleinen suomalainen ontologia) ja MeSH:n (Medical Subject Headings) kautta. Hakusanojen ja niiden synonyymien etsimisen sekä koehakujen perusteella muodostettiin lopulliset hakusanat ja hakulausekkeet.

Ennen työhön liittyvää tiedonhaku opinnäytetyön tekijä kävi läpi hakusanoja Metropolian informaattikon kanssa. Mukaan lisättäviä hakusanoja olivat: *robotics* ja *sensor networks* sekä näiden mahdolliset tutkimuskysymykseen sopivat synonyymit. Hakusanoilla ("*virtual reality*" OR "*video games*" OR *robotics* OR "*sensor networks*" OR *telerehabilitation* OR "*enriched environment*") AND (*rehabilitation* OR "*rehabilitation methods*") AND ("*cerebrovascular diseases*" OR *stroke*) tuotti Cinahliin tehdyssä koehaussa 3058 hakutulosta (taulukko 3).

Taulukko 3. Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaussa käytetyt hakusanat.

Hakusanat	
"Virtual Reality" OR "Video Games" OR Robotics OR "Sensor networks" OR Telerehabilitation OR "Enriched Environment"	
AND	Rehabilitation OR "Rehabilitation Methods"
AND	"Cerebrovascular Diseases" OR Stroke

Tiedonhaku toteutettiin Cinahl-, Pubmed- ja Medic-tietokannoista. Cinahl ja Pubmed kuuluvat suurimpiin terveydenhuollon tietokantoihin, ja ne tarjoavat laajasti kansainvälisiä, vertaisarvioituja artikkeleita. Medic sisältää suomenkielisiä artikkeleita ja tutkimuksia, joiden avulla voi olla mahdollista tuoda esille suomalaista tutkimustietoa aiheesta.

Katsaukseen valitut artikkelit valittiin sisäänottokriteereihin vertaamalla. Tämän jälkeen artikkelit valittiin mukaan ensin otsikon, sitten tiivistelmän ja sen jälkeen sisällön perusteella. Prosessi kuvataan Prisma Flow -diagrammilla (Liite 1). Hakutuloksista selvisi, että aiheesta on tietoa, mutta tieto on vielä hajanaiselle alueelle levittäytynyttä ja artikkelit kuvaavat pääasiassa yhtä teknologista ratkaisua useamman teknologisen ratkaisun sijasta. Tuloksista selviää, että erilaisia teknologisia ratkaisuja kuntoutuksen tukena on tutkittu paljon, mutta aiheesta ei löydy koottua tietoa.

4.3 Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Kirjallisuuskatsaus tehtiin sähköisistä tietokannoista, mikä tuotti paljon hakutuloksia. Tiedonhakua varten muodostettiin sisäänotto- ja poissulkukriteerit PICO:n avulla. Tuloksien oli vastattava tutkimuskysymykseen. Tiedon luotettavuuden varmistamiseksi opinnäytetyöhön otettiin mukaan vain vertaisarvioituja tutkimuksia. Kirjallisuuskatsaukseen mukaan otettujen artikkelien kieleksi määriteltiin suomi tai englanti opinnäytetyön tekijän osaamien kielten mukaan. Työssä ei käytetty käännöspalveluita.

Opinnäytetyöstä suljettiin pois ne kuntoutusteknologiat, jotka eivät sovellu omassa huoneessa tapahtuvaan kuntoutukseen. Näihin kuuluivat juoksumatolla tapahtuva virtuaalitodellisuuskuntoutus ja Brain-computer-interface, jossa kuntoutuja tarvitsee apua EEG-lakin päähän laittamisessa ja sen varmistamisessa, että laitteisto toimii halutulla tavalla.

Kirjallisuuskatsauksen aineistossa käytettiin viiden vuoden aikarajausta, jolla varmistetaan se, että aiheesta saatu tutkimustieto on uutta eikä mukana ole vanhentuneita artikkeleita. Kirjallisuuskatsauksen aihe käsittelee uutta teknologiaa, jossa voi tapahtua suuria muutoksia lyhyessä ajassa (taulukko 4).

Taulukko 4. Kirjallisuuskatsauksen sisäänotto- ja poissulkukriteerit.

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Julkaistu välillä 2018–2023	Julkaistu ennen 2018
Vertaisarvioitu tieteellinen artikkeli, tutkimus tai väitöskirja	Muu kuin vertaisarvioitu tieteellinen artikkeli, tutkimus tai väitöskirja
Julkaistu saatavilla ilmaiseksi koko tekstinä	Julkaistu ei saatavilla ilmaiseksi koko tekstinä
Julkaistu on suomen- tai englanninkielinen	Julkaistu on muuta, kuin suomen- tai englanninkielinen
Tutkimuksen tulokset vastaavat asetettuihin tutkimuskysymyksiin	Tutkimuksen tulokset eivät vastaa asetettuihin tutkimuskysymyksiin
Julkaisussa tutkittu teknologia soveltuu omassa huoneessa tapahtuvaan itsenäiseen AVH-kuntoutumiseen	Julkaisussa tutkittu teknologia ei sovellu omassa huoneessa tapahtuvaan itsenäiseen AVH-kuntoutumiseen

4.4 Hakutulosten laadunarviointi

Opinnäytetyöhön mukaan valituista artikkeleista arvioitiin tutkimuskysymyksiin vertaamalla, voidaanko kuvatulla tutkimusasetelmalla vastata opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin. Mukaan valittujen artikkelien laatu arvioitiin Joanna Briggs-instituutin tarjoaman tutkimuksen laadunarviointikriteeristön (JBI Hotus.fi) tarkistuslistan mukaan. Joanna Briggs -instituutin tarkistuslistat tarjoavat työkalun, jolla voi verrata keskenään erilaisilla menetelmillä tehtyjen tutkimusten luotettavuutta keskenään. JBI tarjoaa tarkistuslistan satunnaistetuille kontrolloiduille tutkimuksille asteikolla 0–13, laadullisille tutkimuksille asteikolla 0–10, tapausarjalle 0–10 ja kohorttitutkimukselle 0–11 (taulukko 5).

Taulukko 5. Laadun arvioinnissa esille nousseita syitä menettää pisteitä JBI:n laadunarviointilistasta

Syy pisteen menetykselle	Tutkimus
Intervention toteuttajien ryhmänjaosta sokkouttamisen puuttuminen	Peláez-Vélez ym. 2023, Cho 2021, Adams ym. 2023, Rodríguez-Hernández ym. 2023
Hoitoaieanalyysistä kertomatta jättäminen	Peláez-Vélez ym. 2023, Guo ym. 2023, Schrader, ym. 2022
Tutkijan kulttuuristen tai teoreettisten lähtökohtien huomiointi ja tutkimuksen vaikutus tutkijaan	Feingold Polak & Levy Tzedek 2020
Muuttujien mittaaminen samalla tavalla kaikissa ryhmissä	Guo ym. 2023
Demografisten ominaisuuksien selkeä kuvailu ja raportointi	Pereira ym. 2021
Sekoittavien tekijöiden käsittely	Patel ym. 2019

Työssä käytettiin alkuperäisiä, vertaisarvioituja tutkimuksia, joiden laatu täyttää hyväksyttävän tason. Jotta työ voitiin ottaa mukaan kirjallisuuskatsaukseen, vähintään puolet JBI:n laadunarviointikriteereistä oli täytyttävä, muussa tapauksessa artikkeli suljettiin ulos kirjallisuuskatsauksesta. Tämä tukee opinnäytetyön laadukasta lähdetietoa. Kun kirjallisuuskatsauksella on yksi tekijä, artikkelien laadunarviointi on tehtävä tarkasti tutkimusharhan välttämiseksi. On oltava tarkka, etteivät tekijän omat mielikuvat ja ennako-oletukset vaikuta laadun arviointiin, vaan aineistoa tarkastellaan objektiivisesti.

4.5 Valittujen tutkimusten taustatiedot

Opinnäytetyöhön valittiin mukaan yhdeksän alkuperäistekstiä, jotka täyttivät työssä määritellyt sisäänottokriteerit sekä tutkimusten arviointikriteeristön (JBI) mukaiset laatuvaatimukset (taulukko 6.)

Mukaan valituista tutkimuksista neljä on tehty Euroopassa, kaksi Yhdysvalloissa ja kolme Aasiassa. Tutkimukset ovat vuosilta 2019–2023 Tutkimusmenetelminä oli käytetty kuudessa satunnaistettua kontrolloitua tutkimusta, kaksi oli käytettävyystudkimuksia ja yksi satunnaistettu tapaussarja.

Opinnäytetyöhön valituissa tutkimuksissa käytettyjä kuntoutusteknologian innovaatioita olivat virtuaaliodellisuus, robotiikka, puettava teknologia ja hyötypelit. Aineistossa on mukana tutkimuksia, joissa käytettiin useampaa edellä mainituista menetelmistä, kuten virtuaaliodellisuutta ja robotiikkaa yhdessä.

Opinnäytetyöhön mukaan valituissa tutkimuksissa keskityttiin suurimmassa osassa yläraajan kuntoutukseen. Muita kuntoutuskohteita olivat alaraajat, tasapaino, askellus, neglect-oireiston kuntoutus, pään kääntämisen kuntoutus ja arkielämässä selviämisen kuntoutus sekä sosiaalisten kykyjen, kuten kommunikaation, kuntoutus. Osa tutkimusta kuntoutti useampaa edellä mainituista asioista.

Taulukko 6. Kirjallisuuskatsaukseen mukaan valitut artikkelit ja niiden saamat JBI-pisteet (Hottus.fi)

Tekijät	Artikkeli	Julkaisu- suvuosi	JBI-pisteet

Pelález-Vélez, Francisco-Javier & Eckert, Martina & Gacto-Sánchez, Mariano & Martínez-Carrasco, Ángel.	Use of Virtual Reality and Videogames in the Physiotherapy Treatment of Stroke Patients: A Pilot Randomized Controlled Trial	2023	10/13
Pereira Fábio & I Badia, Sergi Bermúdez & Jorge, Carolina & Cameirão, Mónica.	The use of game modes to promote engagement and social involvement in multi-user serious games: a within-person randomized trial with stroke survivors.	2021	8/10
Guo, Liquan & Wang, Jiping & Wu, Qunqiang & Li, Xinming & Zhang, Bochao & Zhou, Linfu & Xiong, Daxi.	Clinical Study of a Wearable Remote Rehabilitation Training System for Patients With Stroke: Randomized Controlled Pilot Trial.	2023	9/13
Patel, Jigna & Fluet, Gerard & Qiu, Qinyin & Yarossi, Matthew & Merians, Alma & Tunik, Eugene & Adamovich, Sergei.	Intensive virtual reality and robotic based upper limb training compared to usual care, and associated cortical reorganization, in the acute and early sub-acute periods post-stroke: a feasibility study.	2019	8/10
Feingold Polak, Ronit & Levy-Tzedek, Shelly.	A Robot Goes to Rehab: A Novel Gamified System for Stroke Rehabilitation using a Socially Assistive Robot: Methodology & Feasibility Testing.	2020	8/10

Schrader, Ma-reike & Sterr, Annette & Kettlitz, Robyn & Wohlmeiner, Anika & Buschfort, Rüdiger & Dohle, Christian & Bamborschkea, Stephan.	The effect of mirror therapy can be improved by simultaneous robotic assistance.	2022	11/13
Choi, Ho-Suk & Shin, Won-Seob & Bang, Dae-Hyouk.	Application of digital practice to improve head movement, visual perception and activities of daily living for subacute stroke patients with unilateral spatial neglect: Preliminary results of a single-blinded, randomized controlled trial.	2021	10/13
Adams, Richard & Ellington, Allison & Kuccera, Kate & Leaman, Hannah & Smithson, Catherine & Patrie, James.	Telehealth-Guided Virtual Reality for Recovery of Upper Extremity Function Following Stroke.	2023	9/13
Rodríguez-Hernández, Marta & Polonio-López, Begoña & Corregidor-Sánchez, Ana-Isabel & Martín-Conty, José & Mohedano-Moriano, Alicia & Criado-Álvarez, Juan-José.	Can specific virtual reality combined with conventional rehabilitation improve poststroke hand motor function? A randomized clinical trial.	2023	11/13

4.6 Aineiston analyysi

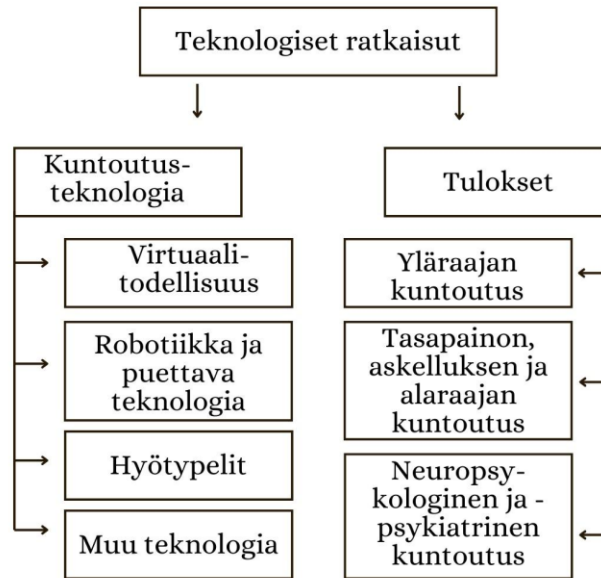
Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara (2007) kehottavat aloittamaan aineiston käsittelyn ja analyysin mahdollisimman pian aineistonkeruun jälkeen.

Opinnäytetyön analyysi suoritettiin kuvailevalla synteessillä. Kuvailevassa synteessissä saadaan tiivis ja johdonmukainen yhteenveto aineistona olleista tutkimuksista. Kat-
sauksen tuloksena mukaan otettu aineisto järjestetään ja luokitellaan, ja siitä etsitään
yhtäläisyyksiä ja eroja. Analyysiin mukaan otetut tulokset esitetään taulukkomuodossa,
jotta aineistosta voidaan luoda parempi kokonaiskuva. Synteessissä mukaan valitut tut-
kimukset luettiin huolellisesti läpi useampaan kertaan. Jälkimmäisillä kerroilla tehtiin
merkintöjä, kategorioita ja teemoja. (Stolt & Alexin & Suhonen 2015: 24–33.) Aineiston
tulkinnassa selkeytetään aineiston analyysistä nousevia merkityksiä. Tulosten analy-
sointi ei riitä kertomaan tutkimuksen tuloksista, vaan tuloksista on tehtävä synteesiä.
Synteesi kokoaa yhteen pääseiikat ja antaa vastaukset annettuihin tutkimusongelmiin.
On tärkeää, että pysähdytään vastaamaan kysymykseen siitä, mitkä ovat olennaiset
vastaukset tutkimuskysymyksiin. Kvantitatiivisen aineiston analyysin nähdään usein
kulkevan lineaarisesti aineiston kuvaamisesta, luokittelemiseen, siitä yhdistämisen
kautta selitykseen. (Hirsjärvi ym. 2007.)

Aineisto luettiin useampaan kertaan ja kirjattiin tiedot alkuperäiset ilmaukset alkuperäi-
sellä kielellä sekä jaoteltiin, mistä artikkelista ilmaus on. Alkuperäislainauksien kirjaami-
sen jälkeen aineisto kuvattiin suomenkielisenä pelkistettynä ilmauksena. Pelkistämisen
jälkeen aineisto järjesteltiin alaluokkiin siten, että saman alaluokan alle tuli samankaltai-
sia pelkistettyjä ilmauksia (liite 2). Sisällön analyysin lopputuloksena alaluokista muo-
dostettiin seitsemän yläluokkaa, jotka kuvaavat alaluokkia mahdollisimman kattavasti.
Yläluokat jakautuivat pääluokkiin kuntoutusteknologia ja tulokset tutkimuskysymyksien
mukaan (liite 3).

5 Kirjallisuuskatsauksen tulokset

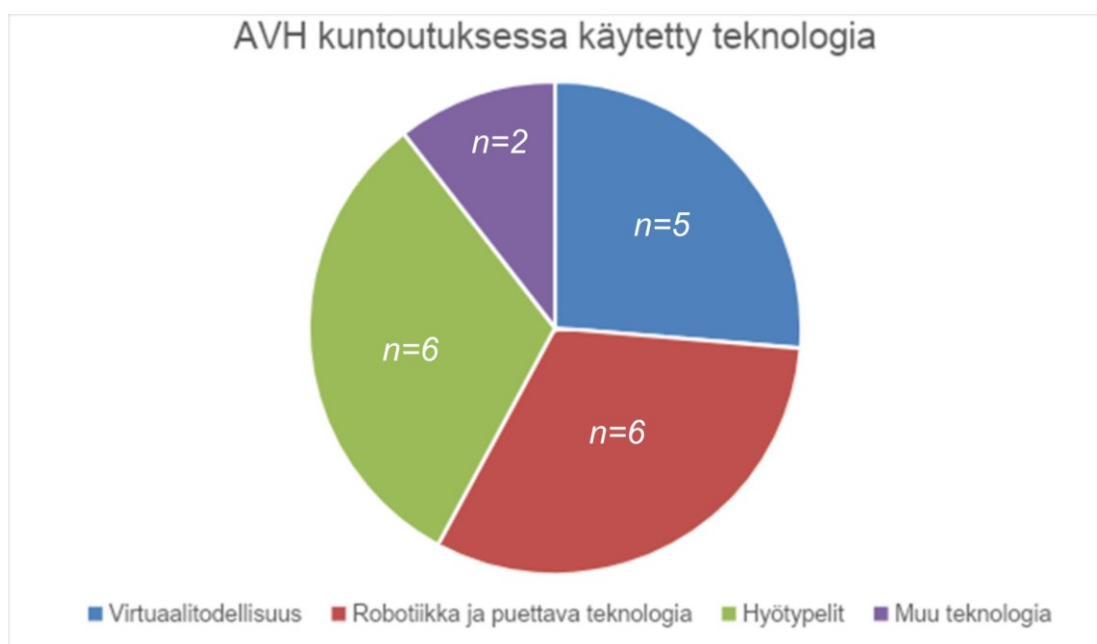
Tuloksissa kuvaillaan, millaisia teknologisia ratkaisuja omassa huoneessa tapahtuvaan
kuntoutukseen on sekä millaisia kokemuksia ja tuloksia näistä teknologisista ratkai-
suista on saatu tutkimustulosten mukaan (kuva 4).



Kuva 4. Kirjallisuuskatsauksen tulokset koottuna tutkimuskysymyksiin mukaisiin alaluokkiin.

5.1 AVH:n itsenäisessä kuntoutuksessa käytetyt kuntoutusteknologia

Aivoverenkiertohäiriön kuntoutuksessa on tutkittu useita erilaisia teknologisia ratkaisuja. Kirjallisuuskatsauksessa tarkastellut tutkimukset pitävät sisällään seuraavaa kuntoutusteknologiaa: Virtuaalitodellisuus, robotiikka ja puettava teknologia, hyötypelit sekä tekoäly ja muu teknologia. Osa opinnäytetyössä tarkastelluista tutkimuksista sisältää useaa erilaista teknologiaa potilaan hoidossa (taulukko 7).



Taulukko 7. Kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltu kuntoutusteknologia ja kuinka osassa katsauksen tutkimuksia kyseistä teknologiaa tarkasteltiin.

5.1.1 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuutta kuntoutuksessa käytettäessä kuntoutujalla on päässään VR-lasit, joiden avulla hän pystyy tekemään harjoitteita vaikuttaen virtuaalitodellisuuteen. Virtuaalitodellisuutta kuntoutuksessa tutkineissa tutkimuksissa potilas voi istua virtuaalitodellisuutta käytettäessä (Choi ym. 2021), mutta potilas voi myös olla osan ajasta seis- ten, jolloin kuntoutuksella voidaan kuntouttaa kuntoutujan alaraajoja ja tasapainoa tehokkaammin (Peláez-Vélez ym 2023). Virtuaalitodellisuus on visuaalinen media, jossa grafiikan, animaatioiden ja kuvien laatu vaikuttaa havaintoihin ja kuntoutuksen aikaansaamiin tunteisiin. VR-kuvanlaatua arvioitaessa etenkin vanhemmat henkilöt arvioivat korkearesoluutioisen virtuaalitodellisuuden parhaaksi. (Choi ym. 2021.)

Virtuaalitodellisuutta apuna käyttäneessä kuntoutuksessa kuntoutuskerta vaihtelee 15 minuutista tunnin mittaisiin jaksoihin. Yhdessä tutkimuksessa tuotiin esille, että tutkijat kokivat, että heidän käyttämänsä VR-teknologia on niin immersivistä, että virtuaalitodellisuuslasit voivat saada aikaan huimausta ja huonovointisuutta. Tässä tutkimuksessa virtuaalitodellisuuskuntoutukseen käytetty aika on pidetty 15 minuutissa mahdollisten virtuaalitodellisuuden aikaansaamien huonovointisuuden ja heikotuksen sekä sen aikaansaaman kaatumisen mahdollisuuden vähentämiseksi. (Peláez-Vélez ym 2023.) Muissa tutkimuksissa ei ole huomioitu mahdollista huimausta eikä otettu kantaa virtuaalitodellisuuden immersioon tai sen vahvuuteen.

Virtuaalitodellisuuskuntoutuksen rinnalla voidaan käyttää puettavaa teknologiaa, kuten sormen liikkeen tallentavaa ohjainta tai käteen puettavaa tukea tai käsinettä, joka tallentaa käden, sormien tai ranteen liikkeitä. Tällaista puettavaa teknologiaa on käytetty useissa kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa, esim. Leap Motion controlleria (Choi ym. 2022), GRASP-systeemiä (Adams ym. 2023), Cyberclovea (Patel ym. 2019) ja HandTutor-hansikasta (Rodríguez-Hernández ym. 2023). Virtuaalitodellisuuden kanssa yhdistettynä puettava teknologia tarjoaa ohjaimen, jolla kontrolloida virtuaalitodellisuutta ja siellä olevia tehtäviä kuin myös mittaussensorin, joka tallentaa tutkimuksessa tallennettavia muutoksia yläraajan toiminnassa.

Virtuaalitodellisuudessa tehdyt liikkeet voivat poiketa siitä, mitä sen jäljittelemässä liike on todellisuudessa. Robotiikan ja virtuaalitodellisuuden yhdistämisellä voidaan mahdollistaa, että kuntoutuja tekee tosimaailmassa virtuaalitodellisuuden ohjaaman liikkeen.

Osa harjoitteista voi pitää sisällään fyysisten objektin ja sen laittamisen niille tarkoitettuun reikään tai alustalle. Potilaat ilmoittivat fyysisten objektien käsittelemisen lisäävän heidän kuntoutumistaan. (Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020.)

Virtuaalitodellisuusharjoittelu herättää helposti kiinnostusta ja osallistuneisuutta, koska se antaa välitöntä palautetta virheistä kolmiulotteisessa tilassa. Tällä uskotaan olevan positiivinen vaikutus huomiokyvyn paranemiseen verrattuna perinteisiin menetelmiin. (Choi ym. 2022.)

5.1.2 Robotiikka ja puettava teknologia

Robotiikkaa on tutkittu osana yläraajan motorista kuntoutusta. Robotiikka voi olla tuki ja kahva, johon kuntoutuja tukee kättään (Patel ym. 2019), robottinen eksoskeleton-käsine (Guo ym. 2023; Rodríguez-Hernández ym. 2023; Patel ym. 2019; Schrader ym. 2022) tai humanoidirobotti (Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020). Puettava teknologia vie vähemmän tilaa sairaalassa ja mahdollistaa toimimisen pienemmissä tiloissa, minkä vuoksi se voisi soveltua hyvin potilashuoneessa käytettäväksi (Rodríguez-Hernández ym. 2023).

Eksoskeleton-käsineitä käytetään käden, sormien ja ranteen liikkeen harjoittamiseen ja seuraamaan käden ja käsivarren asentoa sekä robottiin käytetyn voiman mittaamisessa (Adams ym. 2023). Siinä voi olla mukana myös muita toimintoja kuten haptista teknologiaa. Tämä teknologia antaa painovoimaa vastustavan tuen ja tunnun esineistä, kuten seinästä tai monimutkaisemman muotoisista esineistä. Painovoimaan vastustavaan tukeen vaikuttamalla robotti voi tukea enemmän apua kaipaavia käyttäjiä ja sillä on mahdollista vaikuttaa harjoitteiden intensiteettiin. (Patel ym. 2019.)

Virtuaalitodellisuuteen yhdistettynä kuntoutuja pystyi vaikuttamaan virtuaaliseen ympäristöön eksoskeleton-käsineen avulla ja tekemään erilaisia harjoituksia, joita virtuaalitodellisuus ohjaa. Virtuaalisten objektien kanssa vaikuttaminen voi harjoituksen mukaan vaatia esim. sormien suoristamista tai koukistamista. Tarvittava määrä koukistusta voidaan määrittellä potilaan kunnon mukaan, jotta harjoitusten vaikeusaste pysyi sopivana. (Adams ym. 2023.)

Robottikäsineitä voidaan käyttää osana muuta kuntoutusta (Schrader ym. 2022) yhdessä peiliterapian kanssa. Peiliterapiassa kuntoutujan ja hänen kuntoutettavan kädensä väliin asetetaan peili. Kuntoutuja laskee terveen käden pöydälle. Kuntoutuja liikuttaa kättään pyydetyllä tavalla, jolloin peili synnyttää illuusion siitä, että myös toinen

käsi liikkuu. Robotiikkaan yhdistettynä robottikäsine voi liikuttaa kuntoutujan kättä synkronoidusti toisen käden kanssa, jolloin se saa aikaan, että kättä liikutetaan pyydettyjen ohjeiden mukaan, mutta passiivisesti. (Schradel ym. 2022).

Puettavan teknologian ja robotiikan on koettu tehostavan kuntoutusta. 80 % aiheesta tehtyyn kyselyyn vastanneista kuntoutujista haluaisi eksoskeleton-käsineen olevan jatkossakin osa heidän kuntoutustaan, ja he kokevat sen lisänneen motivaatiota perinteiseen peiliterapiakuntoutukseen verrattuna. Viisi yhdeksästä kuntoutujasta koki, että käden toimivuus oli parantunut hoidon tuloksena. (Schradel ym. 2022.)

Humanoidirobottia voidaan käyttää aivoverenkiertohäiriön kuntoutusta osana kuntoutusalustaa, jolloin se voi antaa kuntoutujalle peliohjeet ja palautteen sekä ääni- että kirjoitetussa muodossa. Jokaisen harjoituksen jälkeen robotti voi antaa osallistujalle palautetta ajasta tai suoriutumisesta harjoituksessa. Humanoidirobotin kanssa kuntoutuksessa olleet kokivat olevansa tyytyväisempiä humanoidirobottiin kuin vastaavia harjoituksia tarjoavaan tietokoneeseen. (Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020.)

5.1.3 Hyötypelit

Aivoverenkiertohäiriön kuntoutukseen on käytetty hyötypelejä niin omana kuntoutusteknologianaan niin osana virtuaalitodellisuutta kuin robotiikkaa käyttävässä kuntoutuksessa (Patel ym. 2019). Kuntoutusalustan osana toimiva robotti voi antaa hyötypelin jälkeen palautteen pelaajalle, mikä kannustaa pelaajaa yrittämään seuraavalla kerralla kovemmin, tai antaa positiivista palautetta onnistumisesta (Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020).

Kuntoutuksen tavoitteena on toimintakyvyn palautuminen. Aivoverenkiertohäiriöstä kuntoutuvilla on ongelmia selvitä jokapäiväisestä elämästä, mikä näkyy myös hyötypeleissä ja niiden aiheissa. Aivoverenkiertohäiriötä seuranneet oireet pitävät sisällään raajojen toimintahäiriöiden lisäksi kognitiivisten taitojen heikentymistä ja kykyä pärjätä jokapäiväisessä elämässä. Hyötypeleissä käytetään usein jokapäiväiseen toimintaan liittyviä toimintoja jäljitteleviä pelejä, kuten harjoitteita halonhakkuusta, soutamisesta ja puuhun kiipeämisestä (Peláez-Vélez ym. 2023) tai ostoksilla käyntiä, pyykkäämistä, ruoanlaittoa ja ruokailua (Adams ym. 2023). Hyötypelit tarjoavat mahdollisuuden harjoittaa potilaan tarvitsemia askareita turvallisesti ja mielekkäästi (Rodríguez-Hernández ym. 2023).

AVH:n kuntoutuksessa on käytetty myös videopelimäisempiä pelejä, joissa kuntoutuja seikkailee avaruusasemalla (Patel ym. 2019), ajaa autoa tai pelaa kuulapeliä (Rodríguez-Hernández ym. 2023). Mukana oli pelejä, jotka kuntoutuivat sosiaalista kuntoutumisen eri alueita riippuen siitä, mitä pelimoodia pelissä käytettiin. Vaihtoehdot olivat kilpailuasetelma, yhteistyö ja yhdessä pelaaminen, joista jokaisessa pelaajat suorittivat samanlaisia tehtäviä, mutta pelin tavoite oli erilainen. Kuntoutajat kokivat pelimoodien kuntouttavan erilaisia sosiaalisen vuorovaikutuksen piirteitä. (Pereira ym. 2021.)

Hyötypelissä on mahdollista määrittää erilaisia vaikeusasteita pelaajan toimintakyvyn mukaan. Peleissä voidaan käyttää yhtenä osana aikarajallisia harjoituksia, mikä tuo uuden haasteen kuntoutujalle. (Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020.)

Kuntoutajat kokivat hyötypeljä käyttävän kuntoutusohjelman hyödylliseksi, nautittavaksi, tulokselliseksi ja selkeäksi. Sen kontrollit koettiin hyväksi ja epämukavuus vähäiseksi. Tutkimuksessa esiintyi muutama virhe järjestelmässä, mutta potilaat eivät kokeneet sen vaikuttavan heidän luottamukseensa järjestelmää kohtaan. (Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020.)

5.1.4 Muu teknologia

Ihmisen ja tietokoneen välistä kommunikaatiota on tutkittu osana etäkuntoutusta. Etäkuntoutuksessa on kehitetty järjestelmä ja mobiilisovellus, jotka mahdollistavat ihmisen ja tietokoneen välisen kommunikaation peleissä. Osana kehitystyötä oli myös pilvipalvelu, josta asiantuntija pystyi tarkastelemaan kuntoutujan edistymistä. (Guo ym. 2023.) AVH-kuntoutuksessa voidaan käyttää myös autonomista alustaa, joka on suunniteltu kuntouttamaan kuntoutujan motorisia ja kognitiivisia taitoja. (Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020.)

Kuntoutusohjelma voi ohjata potilaan läpi arkipäiväisen elämän simulaatioiden ja kerätä tietoa voimasta, liikkeestä, etäisyydestä ja muusta liikkeestä kontrolloidakseen peliä sekä antaakseen palautetta kuntoutujalle. Ohjelmassa oleva tekoäly voi valita pelien väliltä ja muuttaa vaikeusastetta potilaan tarpeiden mukaan. Pelin aikana kuntoutuja saa ohjelmalta palautetta suorituksestaan. Pilveen tallentuva tietokanta auttaa terveydenhuollon henkilökuntaa seuraamaan ja analysoimaan kuntoutujan edistymistä etänä. (Guo ym. 2023.)

Tekoälyyn pohjautuva kuntoutusohjelma voi valita harjoitteet ja niiden vaikeusasteen potilaan kaipaavan hoitotarpeen mukaan. Kuntoutumisesta saatu vaste kasvaa, kun

ohjelma osaa itse määrittää vaikeusastetta potilaan kuntoutuessa ja kaivatessa haastavampia harjoitteita, mikä auttaa kuntoutujaa pysymään motivoituneena. (Guo ym. 2023.) Tilanteissa, joissa ohjelman tekoäly ei kykene määrittämään vaadittavaa vaikeusastetta, on tärkeää, että käyttäjän harjoitteet on etukäteen muokattu hänen terveydentilalleen sopiviksi (Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020).

Jotta kuntoutusohjelma on mielekäs potilaalle, sen on oltava joustava ja muokattavissa sekä ottaa huomioon potilaan tilassa tapahtuvat muutokset. (Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020.)

5.2 Kuntoutusteknologiasta saadut tulokset

Aivoverenkiertohäiriön kuntoutuksessa voidaan käyttää monia erilaisia mittareita ja kuntoutus voi kohdistua eri osa-alueille. Eniten tutkimustietoa löytyy yläraajan kuntoutamisesta, mutta tutkimusta on myös alaraajan, tasapainon ja askelluksen kuntoutuksesta sekä kognitiivisesta kuntoutuksesta. Useissa tutkimuksissa on käytetty useampaa mittaria, mikä lisää tuloksien luotettavuutta, mutta vähentää mahdollisuutta suoraan verrata tutkimuksia toisiinsa (taulukko 8).



Taulukko 8. Kuntoutusteknologian tulokset jaoteltuna sen mukaan, minkä osa-alueen kuntoutukseen tutkimus on keskittynyt. Osa tutkimuksista keskittyi useampaan kohteeseen.

Osana mittaustulosten merkittävyyttä on laskettu p-arvo, joka kertoo, onko tulos tilastollisesti merkittävä. P-arvo on tilastotieteissä käytetty arvo, joka mittaa tulosten saamisen

todennäköisyyttä olettaen, että nollahypoteesi on totta. Mitä pienempi p-arvo on, sitä suurempi on sen tilastollinen merkittävyys. P-arvoa, joka on 0,05 tai sitä pienempi, katsotaan tilastollisesti merkittäväksi. (Beers 2023.)

5.2.1 Yläraajan kuntoutus

Kuntoutusteknologialla on saatu lupaavia tuloksia yläraajan kuntoutumisesta. Yläraajan kuntoutumista on mitattu erilaisilla mittareilla, joihin kuuluvat esimerkiksi Fugl-Meyer Assessment (Adams ym. 2023; Guo ym. 2023; Patel ym. 2019; Rodríguez-Hernández ym 2023; Schrader ym. 2022), ARAT (Rodríguez-Hernández ym 2023) ja Motricity index (Peláez-Vélez ym. 2023).

Tutkimuksissa käytetyissä mittareissa on keskenään erilaisia mittareita: käden toiminnallisuutta on mahdollista testata kliinisissä testeissä (Guo ym. 2023; Adams ym. 2023; Patel ym. 2019; Rodríguez-Hernández ym 2023; Schrader ym. 2022) ja arkielämässä tapahtuvien toimintojen käytössä, kuten valojen päälle laittamisessa tai sormiruuan syömisessä (Adams ym. 2023) tai sillä, millainen kyky potilaalla on käsitellä eri muotoisia, kokoisia ja painoisia esineitä (Rodríguez-Hernández ym 2023). Mittaustulokset voivat kuvastaa myös sitä, millainen puristusvoima tai otteen kesto potilaalla on (Patel ym. 2019). Mittari voi myös mitata, kuinka paljon aikaa testeissä vaadittu tehtävä vaatii (Adams ym. 2023).

Tuloksista selviää, että teknologiasta on positiivista näyttöä yläraajan toiminnallisessa kuntoutuksessa (taulukko 9). Merkittäviä positiivisia muutoksia huomattiin koko yläraajan kuntoutuksessa, kuten olkapään maksimiliikkeessä (Adams ym. 2023; Guo ym. 2023; Patel ym. 2019; Rodríguez-Hernández ym. 2023; Schrader ym. 2022), ranteen maksimikulmassa (Patel ym. 2019) ja käden yleisessä liikkuvuudessa (Rodríguez-Hernández ym 2023). Vastaavia lupaavia tuloksia antavat myös arkielämän toiminoissa mitatut mittausravot (Adams ym. 2023).

Taulukko 9. Tutkimuksissa käytetyt mittarit ja niistä saadut tulokset tiivistettynä sekä tilastollinen merkittävyys.

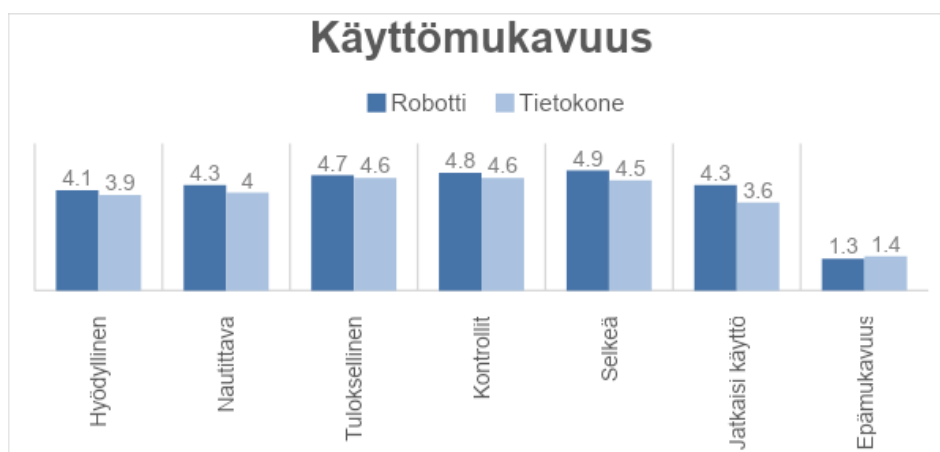
Mittari	Tutkimukset, joissa käytetty	Tulokset	Tilastollinen merkittävyys

FMA-UE	Adams ym. 2023, Guo ym. 2023, Patel ym. 2019, Rodríguez-Hernández ym 2023, Schrader ym. 2022	Koeryhmän tulokset korkeammat, kuin vertailuryhmässä.	Merkittävä ($p < 0,05$)
FMA-UE: Ranne ja käsi	Rodríguez-Hernández ym 2023	Koeryhmän tulokset korkeammat, kuin vertailuryhmässä	Merkittävä ($p < 0,05$)
FMA-UE: pintakosketustunto	Schrader ym. 2022	Ei muutosta koe- ja vertailuryhmän välillä	Ei tilastollista merkittävyyttä ($p > 0,05$)
The Action Research Arm Test (ARAT)	Rodríguez-Hernández ym 2023	Koeryhmän tulokset vertailuryhmää korkeammat. Koeryhmä on saavuttanut tuloksen, joka on lähellä ARAT:n maksimitulosta: 46/57	Merkittävä ($p < 0,05$)
AROM (Ranteen taivutus ja liikkuvuus)	Patel ym. 2019	Muutos oli yli 32 astetta suurempi koeryhmässä kuin vertailuryhmässä tutkimuksen jälkeen.	Merkittävä ($p = 0,019$.)
Maksimipuristusvoima	Patel ym. 2019	Ei muutosta koe- ja vertailuryhmän välillä. Mahdollisesti suurempi muutos vertailuryhmässä.	Ei tilastollista merkitystä ($p = 0,372$)
Motricity index: yläraaja	Schrader ym. 2022	Koeryhmän tulokset korkeammat, kuin vertailuryhmässä	Merkittävä ($p = 0,007$.)

Motor Activity Log (MAL)	Adams ym. 2023	Koeryhmän tulokset korkeammat, kuin vertailuryhmässä	Merkittävä (p=0,001)
Wolf motor function test (WMFT)	Adams ym. 2023	Ei näyttänyt merkittävää eroa vertailu- ja koeryhmän välillä.	Ei tilastollista merkittävyyttä (p=0,612)
WMFT-TIME	Adams ym. 2023	Ei näyttänyt merkittävää eroa vertailu- ja koeryhmän välillä.	p=0,92

Kaikki mittarit eivät anna positiivista muutosta teknologian avusta kuntoutuksessa. Mittaustuloksissa ei noussut esille eroa koeryhmän ja vertailuryhmän välillä sormien puristusvoimassa (Patel ym. 2019) tai käden toiminnallisuutta jokapäiväisten, arkipäiväisien esineiden, kuten klemmarin, käsittelemistä WMFT asteikolla (Adams ym. 2023). Muissa tutkimuksissa ei ole käytetty samaa mitta-asteikkoa, joten muutosta tai sen puutosta ei voida tarkastella vertaamalla toiseen vastaavan tulokseen. Tulokset näyttivät, ettei käden pintatuntokosketuksessa ole eroa (Schrader ym. 2022).

Robotin ohjeistama yläraajaan keskittyvä kuntoutusteknologia koettiin hyödyllisenä, nautittavana, tuloksellisenä, helposti kontrolloitava ja selkeänä (taulukko 10). Sitä käyttäneet kuntoutujat kokivat olevansa halukkaita jatkamaan robotin käyttöä (Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020).



Taulukko 10. Yläraajan kuntoutusteknologiaa koskeneen kyselyn tulokset Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020 tekemässä kyselyssä.

Kuntoutusteknologia voi tehdä yläraajan kuntoutumisesta tehokkaampaa. Tulosten perusteella se soveltuu hyvin yläraajan toiminnalliseen kuntoutukseen, mutta ei välttämättä auta puristusvoiman lisääntymisessä tai toiminnan ajallisena nopeutumisena.

5.2.2 Alaraajan, tasapainon ja askelluksen kuntoutus

Tutkimuksissa, jossa potilas on ollut osassa harjoituksia seisovassa asennossa, voidaan kuntouttaa tasapainoa, alaraajan motoriikkaa ja potilaan askellusta sekä kävelymisen kestoa ja pituutta.

Koko kehon, tasapainon ja alaraajojen kuntoutusta mittaavat mittarit antoivat ristiriitaisia tuloksia. Mittarit kertovat, että koko kehon kuntoutumisen paraneminen on mitattavissa koeryhmässä suuremmaksi (Peláez-Vélez ym. 2023.). Osa tuloksista näyttää, että huomattavaa kuntoutumista tapahtuu sekä koe- että vertailuryhmässä, mutta se on suurempaa koeryhmässä (Guo ym. 2023). Tulosten perusteella kuntoutusteknologiasta voi olla apua tasapainon, askelluksen ja kävelymatkan pituuden kuntouttamisessa (Peláez-Vélez ym 2023), mutta muutos ei ole huomattava (taulukko 11).

Taulukko 11. Alaraajan, tasapainon ja askelluksen kuntoutuksesta saadut tutkimustulokset taulukkomuodossa

Mittari	Tutkimukset, joissa käytetty	Tulokset	Tilastollinen merkittävyys
FMA (Koko keho)	Guo ym. 2023	Tulos nousi sekä vertailuryhmässä että koeryhmässä. Nousu suurempi koeryhmässä kuin vertailuryhmässä	Merkittävä (p=0,005)
FMA: Alaraajat	Guo ym. 2023	Ei eroa koe- ja vertailuryhmän välillä.	Ei tilastollista merkittävyyttä (p>0,05)

Ashworth scale	Peláez-Vélez ym. 2023, Rodríguez-Hernández ym. 2023	Ei näyttänyt muutosta ryhmien välillä (Peláez-Vélez ym. 2023). Lihasspastisuuden lasku koeryhmässä (Rodríguez-Hernández ym. 2023).	Ei merkitty tutkimuksissa.
Motricity asteikko (MI)	Peláez-Vélez ym. 2023.	Koeryhmän tulokset korkeammat, kuin vertailuryhmässä	Merkittävä (p<0,05)
Trunk control (kehon hallinta)	Peláez-Vélez ym 2023	Koeryhmän tulokset korkeammat, kuin vertailuryhmässä	Merkittävä (p=0,008)
Tinetti (tasapaino, Gait)	Peláez-Vélez ym 2023	Koeryhmän tulokset korkeammat, kuin vertailuryhmässä	Merkittävä (p<0,05)
Berg (tasapaino)	Peláez-Vélez ym 2023	Koeryhmän tulokset korkeammat, kuin vertailuryhmässä	Merkittävä (p<0,05)

Alaraajan kuntouttamisesta saadut tulokset ovat ristiriitaisia. Kuntoutuminen vaikuttaa olevan yhtä hyvää koeryhmässä kuin vertailuryhmässä. Tämän epäiltiin johtuvan osittain siitä, että tutkimuksessa käytettiin vain kolmea harjoitusta alaraajojen harjoittamiseen ja sen, että molemmat ryhmät saivat perinteisessä kuntoutuksessa alaraajan kuntouttamista kävelyn muodossa (Guo ym. 2023). Myöskään lihasspastisuudessa ei huomattu eroa koeryhmän ja vertailuryhmän välillä (Peláez-Vélez ym; 2023. Rodríguez-Hernández ym. 2023).

Aineistossa oli neljä koko kehoa, tasapainoa tai alaraajan kuntoutumista mittaavaa tutkimusta. Tulokset tarjoavat vähemmän näyttöä tasapainon ja alaraajan kuntoutumisesta kuin mitä saadaan yläraajan kuntoutumisesta kertovissa mittareissa. Alaraajan kuntoutumisesta ei noussut tuloksissa esille merkittäviä muutoksia, mutta sen sijaan koko vartalon kuntoutumisesta ja tasapainon paranemisesta kertovia tuloksia nousi

esille, joten on mahdollista, että teknologiasta on hyötyä koko kehon ja tasapainon kuntoutumisessa.

5.2.3 Neuropsykologinen ja -psykiatrisen kuntoutus

Kognitiivista kuntoutumista tutkittiin kahdessa tutkimuksessa. Näissä tutkimuksissa tutkittiin neglect-oireita, pään kääntöä ja selviämistä (Choi ym. 2021) ja sosiaalista kuntoutumista (Pereira ym. 2021).

Yhdessä pelattava hyötypeli on osittain toimiva menetelmä sosiaaliseen kuntoutukseen. Kuntoutuksen onnistuneisuus koettiin parhaimmaksi pelissä, jossa pelaajien välillä vallitsi kilpailuasetelma. Negatiivinen vaikutus huomattiin voimakkaimmin kilpailullisessa moodissa, mutta se ei ollut huomattavasti korkeampi, kuin muissa vaihtoehdoissa. Huonommassa kunnossa olevan henkilön voi olla haastavampaa pelata kilpailullisia pelejä, koska häviäminen voi aiheuttaa turhautumista ja negatiivisia tunteita häviävälle osapuolelle. Positiivisessa vaikutuksessa ei huomattu eroa eri moodien välillä. Yhteistyömoodi soveltuu parhaiten kanssakäymisen harjoittamiseen. Kilpailullinen moodi koettiin enemmän motivoivana. (Pereira ym 2021.)

Neglect-oireiden, päänkäännön ja arkielämässä selviämisen mittareina käytettiin useampaa eri mittaria, jotka ovat antaneet erilaisia tuloksia potilaan kognitiivisesta kuntoutumisesta (taulukko 12) (Choi ym. 2021).

Taulukko 12. Tutkimuksissa käytetyt kognitiivisen kuntoutumisen mittarit ja niillä saadut tulokset.

Mittari	Tutkimukset, joissa käytetty	Tulokset	Tilastollinen merkittävyys
Line Bisection test (LBT)	Choi ym. 2021	Koeryhmän tulokset korkeammat, kuin vertailuryhmässä.	Merkittävä (p=0,020)
Catherine Bergego Scale (CBS)	Choi ym. 2021	Koeryhmän tulokset eivät korkeammat, kuin vertailuryhmässä.	Ei tilastollista merkittävyyttä (p>0,05)

Bather Index	Choi ym. 2021	Koeryhmän tulokset eivät korkeammat, kuin vertailuryhmässä.	Ei tilastollista merkittävyyttä ($p>0,05$)
Motor-Free Visual Perception test (MVPT)	Choi ym. 2021	Merkittävä muutos vasemmalla puolella sekä oikealla puolella ja prosessointi ajassa koehenkilöryhmän ja vertailuryhmän välillä. Sen sijaan oikealla puolella ei huomata vastaavaa eroa.	Merkittävä vasemmalla puolella ($p<0,05$), Ei tilastollista merkittävyyttä oikealla puolella ($p>0,05$)

Tuloksien mukaan teknologiasta ei ole huomattavaa hyötyä neglect-oireiston ja havainnoinnin kuntoutuksessa. On mahdollista, että se kuitenkin tarjoaa pientä hyötyä, sillä LBT antaa lupaavia tuloksia potilaan kuntoutumisesta. Mittarissa potilas pyydetään jakamaan linja puoliksi asettamalla x keskelle sitä. Virheellisesti asetettu "x" kertoo aivoissa olevan leesio puolesta ja neglectistä. (Choi ym. 2021.)

Myös muut tutkimuksissa käytetyt mittarit antavat vähäistä tai osittaista näyttöä niiden hyödyistä osana potilaan kuntoutusta. Avuntarpeesta ja kyvystä liikkua ja toimia itsenäisesti kertova MBI-luku ei näytä muutosta koeryhmän ja vertailuryhmän välillä. Visuaalisen huomaamisen MVPT antaa näyttöä vasemman puolen kuntoutumisen välillä, mutta ei anna yksiselitteisiä tuloksia kuntoutumisesta. (Choi ym. 2021.)

5.3 Yhteenveto

AVH:n kuntoutusteknologiasta löytyy tutkimustietoa, joka on antanut positiivisia tuloksia siitä, että teknologia voi parantaa kuntoutuksen vaikutusta. Tutkimuksissa käytetty teknologia pitää sisällään virtuaaliodellisuuden (Adams ym. 2023; Choi ym. 2022; Patel ym. 2019; Peláez-Vélez ym 2023; Rodríguez-Hernández ym. 2023), robotiikan ja puettavan teknologian (Guo ym. 2023; Adams ym. 2023; Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020; Patel ym. 2019; Rodríguez-Hernández ym. 2023; Schrader ym. 2022), hyötypelit (Adams ym. 2023; Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020; Patel ym. 2019; Peláez-Vélez ym. 2023; Pereira ym. 2021; Rodríguez-Hernández ym. 2023) sekä muun teknologian (Guo ym. 2023; Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020). Suuri osa tutkimuksista yhdisti useampaa kuntoutusteknologiaa.

Tutkimuksista selviää, että heikommassa kunnossa olevan yläraajan kuntoutus on antanut positiivisia tuloksia kuntoutusteknologiasta osana potilaan kuntoutusta (Adams ym. 2023; Guo ym. 2023; Patel ym. 2019; Rodríguez-Hernández ym. 2023; Schrader ym. 2022). Vastaava positiivinen muutos huomataan myös koko kehon tasapainoa ja askellusta tarkastelleissa tutkimuksissa (Peláez-Vélez ym. 2023), mutta vain alaraajoja tarkastellessa (Guo ym. 2023) vastaavaa tulosta ei saatu.

Aineistossa oli vähän kognitiiviseen kuntoutukseen ja sen vaikutuksen mittaamiseen kohdistuvaa aineistoa. Yksi tutkimuksista antoi osittain positiivisia tuloksia neglect-oireiston kuntoutumisesta ja visuaalisen huomiokyvyn kuntoutuksesta (Choi ym. 2021). Sosiaalista kuntoutusta tutkineessa tutkimuksessa (Pereira ym. 2021) tulokset on kerätty kyselykaavakkeella käyttäjiltä, jotka kokivat kuntoutuksen mielekkääksi.

Tutkimustuloksia vertaillen näkyy, että virtuaalitodellisuutta on käytetty yläraajan kuntouttamisessa (Adams ym. 2023; Patel ym. 2019; Rodríguez-Hernández ym. 2023) ja kognitiivisessa kuntoutuksessa (Choi ym. 2021). Virtuaalitodellisuuden on koettu tukevan yläraajan kuntoutumista, ja siitä voi olla hyötyä kognitiivisessa kuntoutuksessa.

Robottiikkaa ja puettavaa teknologiaa on tutkittu osana yläraajan kuntoutusta, jossa ne ovat antaneet positiivisia tuloksia ja koettiin käyttäjälle miellyttävänä (Adams ym. 2023; Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020; Patel ym. 2019; Rodríguez-Hernández ym. 2023; Schrader ym. 2022). Niitä on käytetty myös osana alaraajan kuntoutusta (Guo ym. 2023), mutta ne eivät ole antaneet vastaavia positiivisia tuloksia kuin yläraajan kuntoutus.

Hyötypelejä on käytetty osana yläraajan kuntoutusta yhdessä virtuaalitodellisuuden (Adams ym. 2023; Patel ym. 2019) ja puettavan teknologian kanssa (Rodríguez-Hernández ym. 2023), joissa ne on todettu toimivaksi teknologiaksi. Tämän lisäksi hyötypelejä on käytetty osana sosiaalista kuntoutusta (Pereira ym. 2021), jonka tulokset ovat olleet lupaavat.

Tekoälyä ja muuta teknologiaa on käytetty robotiikan ja puettavan teknologian rinnalla yläraajan kuntouttamiseen, jossa se on antanut positiivisia tuloksia ja koettiin käyttäjälle miellyttävänä (Guo ym. 2023; Feingold Polak & Levy-Tzedek 2020). Sitä on käytetty myös alaraajojen kuntouttamiseen (Guo ym. 2023), missä teknologia ei ole antanut tuloksia siitä, että siitä olisi hyötyä.

6 Pohdinta

6.1 Tulosten tarkastelu

Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli kartoittaa, millaisia teknologisia ratkaisuja aivo-verenkiertohäiriöstä kuntoutuvalla potilaalla on saatavilla ja millaisia tuloksia niistä on saatu. Tuloksista selvisi, että aivo-verenkiertohäiriön kuntoutuksessa on käytössä virtuaalitodellisuus, robotiikka, hyötypelit ja älykkäät kuntoutusalustat. Teknologialla kuntoutettiin yläraajaa, alaraajoja ja askellusta minkä lisäksi osa siitä keskittyi kognitiiviseen kuntouttamiseen.

Eniten tutkimustietoa löytyi robotiikasta, joka keskittyi yläraajan kuntoutukseen sekä hyötypeleistä, joita käytettiin toisten teknologian lisänä. Usea tutkimus, joka keskittyi virtuaalitodellisuuteen, keskittyi myös hyötypeleihin. Älykästä kuntoutusalustaa koskevat tutkimukset keskittyivät myös useampaan eri teknologiaan, sillä niissä oli käytetty myös robotiikkaa ja hyötypelejä. Kirjallisuuskatsauksesta selvisi, että kuntoutuksessa voidaan käyttää useaa teknologiaa rinnakkain, mikä voi parantaa kuntoutumisen laatua ja tarjota enemmän mahdollisuuksia kuin yksittäisen teknologian käyttö.

Kirjallisuuskatsauksen artikkelit antoivat positiivista näyttöä virtuaalitodellisuuden käytön hyödyistä kuntoutuksessa: sen avulla voidaan simuloida liikettä, jota ollaan tekemässä. Robotiikka voi olla avuksi liikettä simuloitaessa: se voi tarjota haptista teknologiaa, joka tarjoaa painovoiman tunteen kuntoutujalle sekä auttaa häntä tekemään liikkeen. Robotiikka oli paljon käytössä yläraajan kuntoutuksessa, ja sitä voidaan käyttää myös perinteisen kuntoutuksen, kuten peiliterapian, rinnalla. Suuri osa tutkimuksissa käytetystä robotiikasta on ollut eksoskeleton-käsineitä, mutta sitä on käytetty myös humanoidirobotin kautta, jolloin robotti on toiminut osana kuntoutuksen käyttöön tehtyä älykästä kuntoutusalustaa. Hyötypelit ovat laajasti käytössä: ne tarjoavat simulaatiomahdollisuuden niin virtuaalitodellisuudelle, robotiikalle kuin älykkäille kuntoutusalustoille.

Yläraaja oli eniten tutkimuksissa kuntoutettu alue. Siitä on saatu lupaavia tuloksia, ja ilmeni, että yläraajan kuntoutuksessa teknologiaa käyttänyt koeryhmän muutos verrattuna vertailuryhmään oli merkittävä. Osasyynä yläraajan kuntoutuksen esiintyvyydelle hakutuloksissa oli, että työn rajaus sulki pois tutkimuksia, joissa olisi voitu keskittyä koko kehon kuntoutukseen, sillä potilashuoneen olisi tullut paljon tilaa vievää teknolo-

giaa. Alaraajaan keskittyvän kuntoutuksen todettiin olevan usein tilaa vievää, hakutalosten mukaan siinä saatetaan käyttää apuna juoksumattoa, joka sulkee tutkimukset pois poissulkukriteerien perusteella. Tutkimuksessa, jossa virtuaalitodellisuutta käytettiin pystyasennossa osan aikaa, oli huomattu positiivisia muutoksia myös koko kehon ja tasapainon kuntoutumiseen.

Kognitiivista kuntoutumista on tutkittu vähän. Kirjallisuuskatsauksessa oli mukana vain kaksi tutkimusta kognitiivisesta kuntoutuksesta. Näiden tuloksena todettiin, että kuntoutusteknologia voi olla hyödyllistä sosiaalisessa kuntoutumisessa, mutta vaatii tarkkaa harkintaa ja saattaa saada aikaan turhautumista kuntoutujassa. Teknologiasta voi olla hyötyä neglectin ja visuaalisen huomaamisen kuntouttamisessa, mutta sen hyödystä ei ole vahvoja tuloksia. Kognitiivisen kuntouttamisen ongelmaksi nousi mittaamisen hankaluus ja teknologian puutteelliset mahdollisuudet auttaa sen kuntoutuksessa.

Neuropsykiatrisien ja -psykologisten oireiden tutkimisen pois jääminen selittyy monessa tutkimuksessa sillä, että tutkijat eivät ole voineet olla varmoja siitä, osaako kuntoutuja tuoda tilaansa halutulla tavalla esille. Useissa neurologisia oireita tutkivissa tutkimuksissa suljettiin pois erilaisista kognitiivisista vammoista kärsivät potilaat, kuten ne, joilla oli afasia tai oiretiedostamattomuus, sillä heidän haastattelemisensa on haastavaa tutkimuksen vaativissa puitteissa. Tästä syystä neuropsykiatrisista ja -psykologisista oireista ei tullut tutkimustietoa osana neurologista kuntoutusta. AVH:n neuropsykiatrisiin ja -psykologisiin oireisiin liittyy oireita, joiden kuntouttaminen vaatii ihmisen mukaan kuntoutukseen, kuten afasian kuntouttamiseen vaadittava puheterapeutti. Tällaisten oireiden kuntoutuksessa ei löytynyt itsenäisesti käytettävää teknologiaa.

Teoreettisen viitekehyksen ja koehaun perusteella oli oletuksena, että tulokset tulevat pitämään sisällään eniten hyötypelejä. Suuri osa hyötypelejä koskevista tutkimuksista kuitenkin rajautui pois opinnäytetyössä käytetystä aineistosta sisään- ja poissulkukriteerien ja JBI-laadunarvioinnin kautta.

Toimeksiantaja mainitsi yhdeksi kiinnostuksenkohteekseen älylattia, josta ei kirjallisuuskatsauksessa löytynyt tutkimuksia. Älylattiaa on tutkittu kaatumisen tunnistamisessa (Minvielle ym. 2017; Sirkka & Holappa 2018) ja ikääntyvän väestön terveyden ja hyvinvoinnin tukemiseksi liikuntaharjoitteiden muodossa (Cocconcelli ym. 2023). Kaatumisen tunnistaminen ei suoraan sovellu kuntoutusteknologiaksi, mutta älylattia osana huonetta voi lisätä potilasturvallisuutta kaatumistapauksissa. Toimeksiantaja toivoi kirjallisuuskatsauksen tuovan esille täysin uutta teknologiaa, jota voitaisiin käyttää AVH:n

kuntoutuksessa, mutta opinnäytetyöntekijä totesi nopeasti, että integroivan kirjallisuuskatsauksen työkaluilla ei ole mahdollista löytää tietoa vielä kehityksen asteella olevasta teknologiasta. Aiheesta käytiin keskustelu toimeksiantajan kanssa, joka oli tyytyväinen kirjallisuuskatsauksessa löytyneisiin teknologioihin.

Kirjallisuuskatsauksessa mukana olleissa tutkimuksissa potilas on käyttänyt teknologiaa itsenäisesti tutkijan ohjeistamana. Potilas ei ole ollut kuitenkaan täysin yksin tilanteissa lukuun ottamatta yhtä tutkimusta (Adams ym. 2023), jossa tutkittava on osassa tapauksia käsitellyt teknologiaa täysin itsenäisesti. Tästä syystä se, soveltuuko teknologia itsenäisesti käytettäväksi, on opinnäytetyöntekijän oman harkinnan mukaan päätetty. Kaikissa opinnäytetyön kirjallisuuskatsaukseen mukaan otetuissa tutkimuksissa on pyritty siihen, että tutkittava saa mahdollisimman vähän tai ei ollenkaan apua tehtävien suorittamisessa. Rajatapauksissa apua rajauksen kanssa on kysytty HUS:in Neurologiselta kuntoutusyksiköstä sairaalan ylilääkäri Susanna Melkakselta, joka sulki pois yhden tutkimuksen, joka olisi muuten otettu mukaan opinnäytetyöhön. Tilaisuudessa, jossa opinnäytetyötä esiteltiin Nordenskiöldinkadun neurologisessa kuntoutusyksikössä opinnäytetyöntekijä sai kommentin siitä, että usea itsenäisen kuntoutuksen teknologia koettiin haastavaksi kuntoutusyksikön potilaille, joilla on usein motoristen oireiden lisäksi vakavia neuropsykologisia ja -psykiatrisia oireita

Opinnäytetyöhön mukaan otetuissa tutkimuksissa seuranta-aika on ollut lyhyt, kahdesta kuuteen viikkoa, ja jälkiseurantaa on suoritettu lyhyeltä ajalta. Myös tutkimuksiin osallistuneiden koehenkilöiden määrät ovat pieniä lukuun yhtä tutkimusta (Guo ym. 2023). Adams ym. 2023 ottavat aiheeseen kantaa sillä, että tutkimus on tehty koronapandemian aikana, jolloin osa potilaista kieltäytyi osallistumasta tutkimukseen, koska eivät kokeneet voivansa noudattaa oman turvallisuutensa vaatimia toimia. Tämä vaati sitä, että artikkelien laatua piti arvioida tarkkaan peilattuna tähän tietoon.

Opinnäytetyössä selviää, että kuntoutusteknologiasta on saatu tilastollisesti merkittävää näyttöä yläraajan kuntoutuksessa, mutta sen soveltuminen alaraajan tai neuropsykologiseen ja -psykiatriseen kuntoutukseen jää epäselväksi. Tutkimuksen tuloksissa esiin nousseet erilaiset teknologiat vastaavat aiheesta tehtyä teoreettista taustaa, mutta toisin kuin teoreettisen viitekehyksen tiedonhaussa, niihin ei sisälly kaupallisiin liikuntapeleihin tai älylattiaan liittyvää tutkimustietoa. Kirjallisuuskatsauksessa nousseet tulokset olivat johdonmukaisia ja tukivat toisiaan.

6.2 Eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyössä noudatetaan hyvää tieteellistä käytäntöä. Tähän kuuluu vastuu tutkimuksen yleisölle, tutkimuksen kohteille ja tutkijayhteisölle. Opinnäytetyössä on tärkeää, että se toteutetaan huolellisesti ja asianmukaisesti sekä kaikki olennaiset tiedot kerrotaan. Siinä noudatetaan tiedeyhteisön tunnistamia toimintatapoja eli rehellisyyttä, yleistä huolellisuutta ja tarkkuutta niin tutkimustyössä kuin tulosten tallentamisessa ja esittämisessä. Tämä tarkoittaa, että opinnäytetyön kirjoittajan on vältettävä akateemista vilppiä ja plagiointia. On tärkeää, että opinnäytetyön tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmät ovat tieteellisen kriteerien mukaisia ja eettisesti kestäviä. Opinnäytetyön tiedeviestinnän on oltava avointa ja vastuullista. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.)

Opinnäytetyön kohdalla uskottavuudella tarkoitetaan tutkimuksen totuusarvoa, sovellettavuutta ja neutraaliutta. Opinnäytetyön tulosten on vastattava niiden kuvaamaa aineistoa. (Tuomi & Sarajärvi 2018: 128.) Opinnäytetyön aineiston teemoittelussa pyritään objektiivisuuteen ja siihen, että saadut tulokset syntyvät analyysin tuloksena ja aidosti aineistosta, eikä kirjoittajan omista näkemyksistä sopivista teemoista.

Opinnäytetyö suoritettiin integroivana kirjallisuuskatsauksena yhden henkilön toimesta. Opinnäytetyön tekijän on oltava tietoinen omista lähtökohdistaan ja suhteestaan käsiteltävään aiheeseen. Mahdolliset aineistoon, tutkimusprosessiin tai tuloksiin vaikuttavat tekijät on kuvattava työssä. (Tuomi & Sarajärvi 2018: 129.) Opinnäytetyön kirjoittaja on selvittänyt oman sidonnaisuutensa työn aihepiirin suhteen eikä merkittäviä sidonnaisuuksia nouse esille. Kirjoittaja on perehtynyt tutkimusmetodiin ja kyseisellä metodilla aikaisemmin tehtyihin opinnäytetöihin ymmärryksen syventämiseksi. Kirjoittaja ei ole työskennellyt AVH-kuntoutuksen parissa, joten oli tärkeää, että ennen tiedonhaun tekoa tutustuttiin tutkittavaan aihepiiriin. Tämä on mahdollistanut mahdollisimman eheän ja informatiivisen katsauksen muodostamisen.

Opinnäytetyössä käytetään selkeitä lähdeviittauksia, jossa muiden tutkijoiden merkitys työlle tulee esille asianmukaisesti. On tärkeää, että opinnäytetyö suunnitellaan ja toteutetaan sekä raportoidaan ja siitä syntyneet tietoaineistot tallennetaan tieteelliselle tiedolle asetettujen vaatimusten mukaisesti. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.) Tutkimuksen siirrettävyydellä tarkoitetaan tutkimuskontekstin kuvausta (Tuomi & Sarajärvi 2018: 129). Opinnäytetyön tiedonhakuprosessi kirjoitetaan auki sellaisella tavalla, että sen toistettavuus mahdollistuu, mikä lisää työn luotettavuutta. Opinnäytetyössä

käytettiin apuna oppilaitoksen tarjoamia informaation palveluita hakusanojen määrittämisessä, jotta mahdollistettaisiin luotettava ja kattava tiedonhaku. Kirjallisuuskatsauksen tiedonhakuun käytettiin luotettavia elektronisia tietokantoja, jotka tarjoavat laajalaisesti hoitoalan tutkimustietoa.

Kirjallisuuskatsauksessa on pyritty käsittelemään alkuperäistä lähdettä kunnioittaen ja raportoitu rehellisesti ja puolueettomasti vertailussa esiin nousseet asiat. Huolellisesti suunniteltu työ ja selkeät sisäänotto- ja poissulkukriteerit vähentävät virheiden määrää ja tekevät kirjallisuuskatsauksesta luotettavamman. Aineistoon päätyneitä tutkimuksia pyrittiin tarkastelemaan kriittisesti ja arvioimaan niiden luotettavuutta raportoimalla niiden aineiston koko, tutkimusvuosi sekä muut tutkimukseen vaikuttavat tekijät (Hirsjärvi ym. 2007). Teknologian kehityksen, tutkimuskysymyksen ja tutkimustiedon vaatiman ajantasaisuuden varmistamiseksi haku rajattiin koskemaan 2018–2023 julkaistuja tutkimuksia. Työssä käytettiin vertaisarvioituja tutkimuksia, mikä lisää työn luotettavuutta. Opinnäytetyössä käytettiin englanninkielistä aineistoa. Pelkkien englanninkielisten artikkelien käyttäminen saattaa johtaa siihen, että kaikki tieto ei ole saatavilla (Axelin & Pudas-Tähkä 2007, 53). Kirjallisuuskatsaus tehtiin yhden henkilön toimesta eikä siinä käytetty käännöspalveluita.

Opinnäytetyössä käytettiin sisäänottokriteerinä, että mielenkiinnon kohteena olevan teknologian on oltava itsenäisesti käytettävissä. Tämä rajaus on haastava, sillä kirjallisuuskatsauksessa mukana olevissa tutkimuksissa koehenkilöllä on tutkija paikalla tarkkailemassa. Työhön mukaan otetut tutkimukset ovat kirjoittajan subjektiivisen näkemyksen mukaan osalle potilasta itsenäisesti käytettäviä.

Tässä opinnäytetyössä on oltava tarkkana kriittisessä arvioinnissa, sillä sitä tekee vain yksi henkilö. Integroidussa kirjallisuuskatsauksessa voi olla mukana erilaisilla tutkimusmenetelmillä tehtyjä artikkeleita, joten opinnäytetyön tekijä perehtyi työtä tehdessään erilaisiin tutkimusmenetelmiin ymmärtääkseen paremmin mukaan otettua aineistoa. Artikkeleista kuusi oli satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia, yksi satunnaistettu taupassarja ja kaksi käytettävyystudiumista, jotka arvioitiin Joanna Briggs -instituutin (Hottus.fi) julkaiseman laadunarviointikriteeristön (JBI) avulla. Joanna Briggs -instituutti tarjoaa työkaluja menetelmällisesti erilaisten tutkimusten arviointiin. Tutkimusmenetelmälle sopivan laadunarviointikriteeristön käyttö paransi työn laadunarvioinnin luotettavuutta. Opinnäytetyöhön oli määritetty etukäteen pisteraja, jonka mukaan otettujen tutkimusten piti ylittää. Jos pisteraja ei täytynyt, tutkimus suljettiin pois. Kaikki opinnäytetyöhön mukaan otetuista tutkimuksista saivat yli puolet JBI arvioinnin pisteistä. Alin pistemäärä oli 9/13.

Tämän opinnäytetyön aineisto on koottu aikaisemmin tehdyistä tutkimuksista, eikä siihen liity eettisiä kysymyksiä kohderyhmän yksityisyyden suojaamisesta. Tässä opinnäytetyössä ei käsitellä henkilötietoja eikä se vaadi tutkimuslupien hakemista, eikä se ei vaadi eettistä ennakoarviointia tai tutkimuslupia. (Arene 2020.)

6.3 Jatkotutkimusaiheet

Kirjallisuuskatsausta tehdessä ilmeni, että aivoverenkiertohäiriön kuntoutusteknologiasta ei löydy suomalaista tutkimusta. Ainoana poikkeuksena oli tutkimus, joka oli tehty yhteistyössä suomalaisen yliopiston kanssa. Tähän opinnäytetyöhön mukaan otetut artikkelit ovat Euroopasta, Aasiasta ja Yhdysvalloista. Tutkimus suomalaisen AVH-kuntoutusteknologian tilasta voisi antaa vastauksia sille, millaisia teknologioita on jo käytössä ja millaisille teknologialle voisi olla käyttöä tulevaisuudessa. Tämä voisi antaa myös vastauksia siihen, onko suomalaisella AVH-kuntoutujalla erikoistarpeita, joita ei ole otettu huomioon ulkomaisissa tutkimuksissa.

Neuropsykiatrisia ja -psykologisia kuntoutuskeinoja on tutkittu hyvin vähän. Tämän kirjallisuuskatsauksen hakusanoilla ja sisään- ja poissulkukriteereillä löytyi vain kaksi tutkimusta, joista toinen käsitteli sosiaalisten taitojen kuntoutumista ja toinen neglectiä. Kuntoutusteknologian kohdalla on huomattava trendi tutkimuksissa, jotka tutkivat tiettyjen AVH:n oireiden kuntoutusta, kuten heikomman käden motorista kuntoutusta. Yhdessä kirjallisuuskatsauksen tutkimuksista oli mitattu myös potilaan selviämistä arkielämässä (Choi ym. 2021), mutta sen mittareiden mukaan muutosta ei ollut tapahtunut koeryhmän ja vertailuryhmän välillä. Tutkimus, joka käsittelisi millaista teknologiaa AVH:n neuropsykiatriseen ja -psykologiseen kuntoutumiseen on tai on mahdollista olla tulevaisuudessa, voisi antaa vastauksia kysymykseen.

Opinnäytetyön kirjallisuuskatsaukseen mukaan otettu robotiikka keskittyy heikomman käden kuntouttamiseen, ja työstä suljettiin ulos sellaiset robotiikan mahdollisuudet, jotka olisivat vaatineet juoksumattoa tai avustusta käyttämiseen. Näihin lukeutui alaraajan eksoskeleton-robotiikka. Alaraajan robotiikka on antanut tutkimustulosten perusteella lupaavia tuloksia, tutkimuksessa MARS (Gupta ym. 2023) potilaat olivat kuntuneet tilastollisesti merkittävästi 10 metrin kävelyssä ja kestävyyttä mittaavassa 6 minuutin kävelyssä. Tutkimuksessa oli jaettu potilaat ryhmiin aivoverenkiertohäiriöstä kuluneen ajan mukaan. Healbotia tutkivassa tutkimuksessa jaettiin potilaat neljään ryhmään, perinteiseen fysioterapiaan, healbotia käyttäviin lantiota kontrolloivalla ohjelmalla ja ilman lantion kontrollia olevalla ohjelmalla sekä liikettä rajoittavalla ohjelmalla. Tässä tutkimuksessa huomattiin positiivinen muutos Healbotia käyttävillä koeryhmillä

verrattuna koeryhmään sekä koeryhmien välisiä eroja. (Lee ym. 2022.) Yhdistettynä älylattiaan lantion liikettä tasaavat tai kävelyä avustavat helppokäyttöiset robotiikan ratkaisut voivat antaa uusia mahdollisuuksia alaraajan ja vartalon tasapainon kuntoutukselle.

Hyötypelejä AVH:n kuntoutuksessa tutkivat tutkimukset ovat käyttäneet samanlaisia pelejä jokaisen tutkimuksen piirissä olevan kuntoutujan kohdalla. Pereira ym. 2021 ja Peláez-Vélez ym. 2023 tutkimuksissa otetaan kantaa siihen, että erilaiset, enemmän potilaan mukaan vaihtelua tuovat pelit voisivat lisätä uudenlaisia mahdollisuuksia kuntoutukseen. Kuntoutujien erilaisia tarpeita tarkemmin määrittämällä olisi mahdollista selvittää, millaiset pelimoodit tai virtuaalitodellisuudella toimiva ympäristö hyödyttäisivät juuri heidän kuntoutumistaan. Jos käyttäjien tarpeita ei huomioida, voidaan luoda tuote, jolla ei vastata potilaiden tarpeisiin. Tällainen tutkimus voi ohjata tuotekehitystä sellaiseen suuntaan, jossa potilas saa yksilölliset tarpeensa paremmin täytettyä.

Yhtenä tärkeänä piirteenä tutkimustiedon luotettavuudessa esille nousi, voiko tutkittua teknologiaa käyttää itsenäisesti. Jotta kuntoutusteknologian käyttö voidaan taata omassa huoneessa itsenäisestä tapahtuvassa kuntoutuksessa, on teknologiaan kehitettävä ja testattava sellainen kirjallisessa ja videon muodossa oleva ohjeistus tai tarpeeksi kehittynyt tekoäly, jotta se osaa neuvoa potilasta siten, että hän kykenee sen avulla käyttämään teknologiaa itsenäisesti. Tämä mahdollistaa teknologian itsenäisen käytön ja auttaa potilaan adaptoitumista sen käyttöön mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti. Laakson sairaalan neurologisen kuntoutusosaston potilaat voivat kaivata enemmän tukea teknologian käyttöönotossa. Aihetta koskeva kirjallisuuskatsaus tai tutkimus voisi antaa vastauksia siihen, millaista erityistukea AVH-kuntoutujat kaipaavat.

Kirjallisuuskatsauksen pohjalta nousi esille useita jatkotutkimusaiheita, jotka koskevat teknologian kehittämistä ja suomalaista AVH-kuntoutusta. Kirjallisuuskatsauksessa nousi esille useita kuntoutusteknologian ratkaisuja, jotka voivat tukea AVH-kuntoutusta.

Lähteet

Adams, Richard & Ellington, Allison & Kuccera, Kate & Leaman, Hannah & Smithson, Catherine & Patrie, James. 2023. Telehealth-Guided Virtual Reality for Recovery of Upper Extremity Function Following Stroke. *OTJR (Thorofare N J)*. 2023 Jul; 43(3): 446–456. DOI: 10.1177/15394492231158375.

Aivoliitto. 2024. Aivoverenkiertohäiriön (AVH) Suomessa. Turku. <https://dyajetwym1cg9.cloudfront.net/assets/files/4204/infograafi_avh_suomessa_2024.pdf> Luettu 19.2.2024

Aivoliitto. 2016. AVH:n sairastaneiden kuntoutukseen ohjautuminen ja kuntoutuksen toteutuminen 2013–2015. Turku. <https://dyajetwym1cg9.cloudfront.net/assets/files/4204/avh-kuntoutuksen_seurantatutkimuksen_loppuraportti.pdf> Luettu 19.2.2024

Aivoliitto. 2020. Tietoa aivoverenkiertohäiriöstä. Turku.

Ahonen, Outi & Rönkkö, Ilona, Helkkiö, Kirsti & Kautonen, Merita & Riippa, Iiris & Kataja, Pauliina & Kaivo-Oja, Jari & Salaterä, Mierokoski, Riitta & Suhonen, Henry & Terävä, Virpi & Sanna & Myllymaa, Jaana & Numminen, Jari & Konttinen, Riitta & Keränen, Juha & Koivisto, Jaana-Maija & Leino-Kilpi, Helen & Stolt, Minna. 2016. Hoitotyön vuosikirja 2016 Teknologia sosiaali- ja terveydenhuollossa. Helsinki: Suomen Sairaanhoidjaliitto.

Ammattikoulujen rehtorineuvosto Arene ry. 2020. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset.

Autti-Rämö, Iina & Mikkelsen, Marja & Lappalainen, Tiina. 2022. Kuntoutumisen prosessi. Teoksessa Autti-Rämö, Ilona & Salminen, Anna-Liisa & Rajavaara, Marketta & Melkas, Susanna (toim.) 2022. Kuntoutuminen. Helsinki: Duodecim.

Autti-Rämö, Iina & Salminen, Anna-Liisa & Rajavaara, Marketta & Melkas, Susanna. 2022. Kuntoutuksen edellytykset. Teoksessa Autti-Rämö, Ilona & Salminen, Anna-Liisa & Rajavaara, Marketta & Melkas, Susanna (toim.) 2022. Kuntoutuminen. Helsinki: Duodecim.

Barbosa, Hugo & Castro, António & Carrapatoso, Enrico. 2018. Serious games and rehabilitation for elderly adults. *GSJ*. 2018; 6:275.

Brian Beers. 2023. P-Value: What It Is, How to Calculate It, and Why It Matters. Investopedia. < <https://www.investopedia.com/terms/p/p-value.asp> > Luettu 17.11.23

Burdea, Grigore & Kim, Nam & Polistico, Kevin & Kadaru, Ashwin & Grampurohit, Namrata & Roll, Doru & Damiani, Frank. 2021. Assistive game controller for artificial intelligence-enhanced telerehabilitation post-stroke. *Assist Technol* 2021 May 4;33(3):117–128. doi: 10.1080/10400435.2019.1593260.

Choi, Ho-Suk & Shin, Won-Seob & Bang, Dae-Hyoun. 2021. Application of digital practice to improve head movement, visual perception and activities of daily living for subacute stroke patients with unilateral spatial neglect: Preliminary results of a single-blinded, randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2021 Feb 12; 100(6): e24637. DOI: 10.1097/MD.00000000000024637

Coconcelli, Federico & Matrella, Guido & Mora, Niccolò & Casu, Ion & Godoy, David & Alejandro Vargas & Ciampolini, Paolo. 2023. IoT Smart Flooring Supporting Active and Healthy Lifestyles. *Sensors (Basel)*. 2023 Mar 16;23(6):3162. doi: 10.3390/s23063162.

CSE entertainment. Rehabwall. < <https://www.cse.fitness/rehabwall/> > Luettu 27.2.23

Deci, Edward & Ryan, Richard 2017. *Self-Determination Theory : Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness*. New York: Guilford Publications. 3–19.

Eur lex. Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus tekoälyä koskevista yhdenmukaistetuista säännöistä (Tekoälysäädös) ja tiettyjen unionin säädösten muuttamisesta. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A52021PC0206> > Lainattu 2.3.23

Feingold Polak, Ronit & Levy-Tzedek, Shelly. 2020. A Robot Goes to Rehab: A Novel Gamified System for Stroke Rehabilitation using a Socially Assistive Robot: Methodology & Feasibility Testing. DOI: 10.21203/rs.3.rs-97652/v1

Flinkman, Mervi & Salanterä, Sanna 2007. Integroitu kirjallisuuskatsaus – eri metodeilla tehdyn tutkimuksen yhdistäminen katsauksessa. Teoksessa Johansson, Kirsi & Axelin, Anna & Stolt, Minna & Ääri, Riitta-Liisa (toim.): Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. Tutkimuksia ja raportteja. A:51/2007.

Axelin, Anna & Pudas-Tähkä, Sanna-Mari 2007. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aiheen rajaaminen, hakutermien ja abstraktin arviointi. Teoksessa Johansson, Kirsi & Axelin, Anna & Stolt, Minna & Ääri, Riitta-Liisa (toim.): Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. Tutkimuksia ja raportteja. A:51/2007.

Gao, Wen & Cui, Zhengzhe & Jing Mao, Yu & Xu, Jun & Ji, Leilei & Kan, Xiuli & Shen, Xianshan & Li, Xueming & Zhu, Shiqiang & Hong, Yongfeng. Application of a Brain–Computer Interface System with Visual and Motor Feedback in Limb and Brain Functional Rehabilitation after Stroke: Case Report. *Brain Sci.* 2022 Aug; 12(8): 1083. doi: 10.3390/brainsci12081083

Guo, Liquan & Wang, Jiping & Wu, Qunqiang & Li, Xinming & Zhang, Bochao & Zhou, Linfu & Xiong, Daxi. 2023. Clinical Study of a Wearable Remote Rehabilitation Training System for Patients With Stroke: Randomized Controlled Pilot Trial. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2023; 11: e40416. DOI: 10.2196/40416

Gupta, Anupam & Prakash, Navin & Sannyasi, Gourav & Mohamad, Faiz & Honavar, Preethi & Jotheeswaran, S & Khanna, Meeka & Ramakrishnan, Subasree. 2023. Effect of overground gait training with 'Mobility Assisted Robotic System-MARS' on gait parameters in patients with stroke: a pre-post study. *BMC Neurol.* 2023 Aug 9;23(1):296. doi: 10.1186/s12883-023-03357-6.

Jehkonen, Mervi & Liippola, Päivi. 2011. Aivoverenkiertohäiriöiden aiheuttamat neuro psykologiset häiriöt. Turku: Aivoliitto.

Jones, Phil & Osborne, Tess & Sullivan-Drage, Calla & Keen, Natasha & Gadsby, Eleanor. 2022. *Virtual Reality Methods: A Guide for Researchers in the Social Sciences and Humanities.* Bristol: Policy Press.

Kallio, Eeva-Liisa & Wikström, Annamaria & Hietanen, Marja. 2022. Neuropsykologinen kuntoutus. Teoksessa Autti-Rämö, Ilona & Salminen, Anna-Liisa & Rajavaara, Marketta & Melkas, Susanna (toim.) 2022. Kuntoutuminen. Helsinki: Duodecim.

Kaste, Markku & Hernesniemi, Juha & Kotila, Mervi & Lepäntalo, Mauri & Lindberg, Perttu & Palomäki, Heikki & Roine, Risto O & Sivenius, Juha. 2006. Teoksessa Soinila, Seppo & Kaste, Markku & Somer, Hanny (toim.) 2006. Neurologia. Helsinki: Duodecim.

Kurki, Merja & Laitinen, Sari & Eskelinen, Anne & Soikkeli, Eeva & Launiainen, Helena & Poutiainen, Erja & Vantanen, Pirjo & Sarmas, Kristiina. 2015. Yhteinen sävel - kotona asuvan muistisairaana teknologia-avusteinen kuntoutus: tutkimus- ja kehittämishankkeen loppuraportti. Helsinki: Miina Sillanpään Säätiö.

Hiekkala, Sinikka. 2016. Videopelit yläraajakuntoutuksessa aivoverenkiertohäiriön subakuutissa ja kroonisessa vaiheessa. < <https://www.kaypahoito.fi/nak08775> > Lainattu 19.3.2023

Hiekkala, Sinikka & Hämäläinen, Päivi & Pekkonen, Mika. 2022. laituskuntoutus osana hyvää kuntoutuskäytäntöä. Teoksessa Autti-Rämö, Ilona & Salminen, Anna-Liisa & Rajavaara, Marketta & Melkas, Susanna (toim.) 2022. Kuntoutuminen. Helsinki: Duodecim.

Hirsjärvi, Sirkka & Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula. 2007. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Hotus – hoitotieteen tutkimussäätlö. < Hotus.fi > Luettu 19.3.2023

Härkäpää, Kristiina & Valkonen, Jukka & Järvikoski, Aila. 2022. Kuntoutujan motivaatio ja sitoutuminen. Teoksessa Autti-Rämö, Ilona & Salminen, Anna-Liisa & Rajavaara, Marketta & Melkas, Susanna (toim.) 2022. Kuntoutuminen. Helsinki: Duodecim.

Laaksonen, Kristiina & Tikkanen, Heikki & Lindholm, Harri & Müller, Kiti. 2022. Neurologisen kuntoutuksen mahdollisuudet - kohti laaja-alaista koko kehon kuntoutusta. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim. 138(9):795–803

Lee, Junekyung & Chun, Min Ho & Seo, Yu Jin & Lee, Anna & Choi, Junho & Son, Choonghyun. 2022. Effects of a lower limb rehabilitation robot with various training modes in patients with stroke: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2022 Nov 4;101(44):e31590. doi: 10.1097/MD.00000000000031590.

Lys. <Laaksonyhteissairaala.fi> luettu 3.4.2023

Mehrholz J, Thomas S, Kugler J, Pohl M, Elsner B. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2020; (10). Art. No.: CD006185. DOI: 10.1002/14651858. CD006185.pub5.

Minvielle, Ludovic & Atiq, Mounir & Serra, Renan & Mougeot, Mathilde & Vayatis, Nicolas. 2017. Fall detection using smart floor sensor and supervised learning. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2017 Jul: 2017:3445–3448. doi:10.1109/EMBC.2017.8037597

Rodríguez-Hernández, Marta & Polonio-López, Begoña & Corregidor-Sánchez, Ana-Isabel & Martín-Conty, José & Mohedano-Moriano, Alicia & Criado-Álvarez, Juan-José. 2023. Can specific virtual reality combined with conventional rehabilitation improve poststroke hand motor function? A randomized clinical trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2023; 20: 38. DOI: 10.1186/s12984-023-01170-3.

Patel, Jigna & Fluet, Gerard & Qiu, Qinyin & Yarossi, Mathew & Merians, Alma & Tunik, Eugene & Adamovich, Sergei. 2019. Intensive virtual reality and robotic based upper limb training compared to usual care, and associated cortical reorganization, in the acute and early sub-acute periods post-stroke: a feasibility study. DOI: 10.1186/s12984-019-0563-3

Peciola, Stefano & Himanen, Sari-Leena & Hakala, Anna & Mäkinen, Jussi & Rainsalo, Sirpa & Peltola, Jukka. 2019. Tekoäly ja seurantajärjestelmät neurologisen potilaan hoidossa. *Lääketieteellinen aikauskirja Duodecim*: 2019;135(4):377–383.

Peláez-Vélez, Francisco-Javier & Eckert, Martina & Gacto-Sánchez, Mariano & Martínez-Carrasco, Ángel. 2023. Use of Virtual Reality and Videogames in the Physiotherapy Treatment of Stroke Patients: A Pilot Randomized Controlled Trial. doi: 10.3390/ijerph20064747

Pereira Fábio & I Badia, Sergi Bermúdez & Jorge, Carolina & Cameirão, Mónica. 2021. The use of game modes to promote engagement and social involvement in multi-user serious games: a within-person randomized trial with stroke survivors. *J Neuroeng Rehabil.* 2021 Apr 14;18(1):62. DOI: 10.1186/s12984-021-00853-z

Salminen, Anna-Liisa & Partanen, Tuija. 2022. Etäkuntoutus. Teoksessa Autti-Rämö, Ilona & Salminen, Anna-Liisa & Rajavaara, Marketta & Melkas, Susanna (toim.) 2022. Kuntoutuminen. Helsinki: Duodecim.

Salminen, Ari. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus – Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasa: Vaasan yliopisto.

Sirkka, Adrew & Holappa, Niina. 2018. Osallistaminen on hyväksi Kokemuksia ja näkemyksiä monialaisen teknologiakehityksen ja tiedonsiirron arjesta HYVÄKSI-hankkeessa. Pori: Satakunnan ammattikorkeakoulu & Prizztech Oy

Schrader, Mareike & Sterr, Annette & Kettlitz, Robyn & Wohlmeiner, Anika & Buschfort, Rüdiger & Dohle, Christian & Bamborschkea, Stephan. 2022. The effect of mirror therapy can be improved by simultaneous robotic assistance. *Restor Neurol Neurosci.* 2022; 40(3): 185–194. DOI: 10.3233/RNN-221263

Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologinen yhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki, 2020. Aivoinfarkti ja TIA. Käypä hoito -suositus.

Sosiaali- ja terveysministeriö, 2023. Tiekartta 2023–2027 Sosiaali- ja terveysalan henkilöstön riittävyyden ja saatavuuden turvaaminen. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2023:8

Stolt, Minna & Alexin, Anna & Suhonen, Riitta. 2015. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteissä. Turku: Turun yliopisto Hoitotieteen laitoksen julkaisuja Tutkimuksia ja raportteja.

Taipale, Matias. 2020. Aivoverenkiertohäiriöpotilaiden aktiivisuuden seuranta HUS:n neurologisella kuntoutusosastolla. Opinnäytetutkielma. Kuopio: Itäsuomen yliopisto. Lääketieteen koulutusohjelma.

Tekoälyä käsittelevä korkean tason asiantuntijaryhmä. 2019. Luotettavaa tekoälyä koskevat eettiset ohjeet. Bryssel: Euroopan komissio

Terveyden- ja hyvinvoinninlaitos, 2022. Hyteairo - Hyvinvoinnin tekoäly ja robotiikka - ohjelma: loppuraportti 2022. < <https://www.julkari.fi/handle/10024/143970>> Luettu 20.3.23

Tuomi, Jouni & Sarajärvi, Anneli. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu painos. Helsinki: Kustannusyhtiö Tammi. E-kirja.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje (2012). Helsinki: Tutkimuseettinen neuvottelukunta. < https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/htk_ohje_verkko14112012.pdf > Luettu 20.3.2023

Tutkimuseettisen neuvottelukunta. 2012. Loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2012. Helsinki.

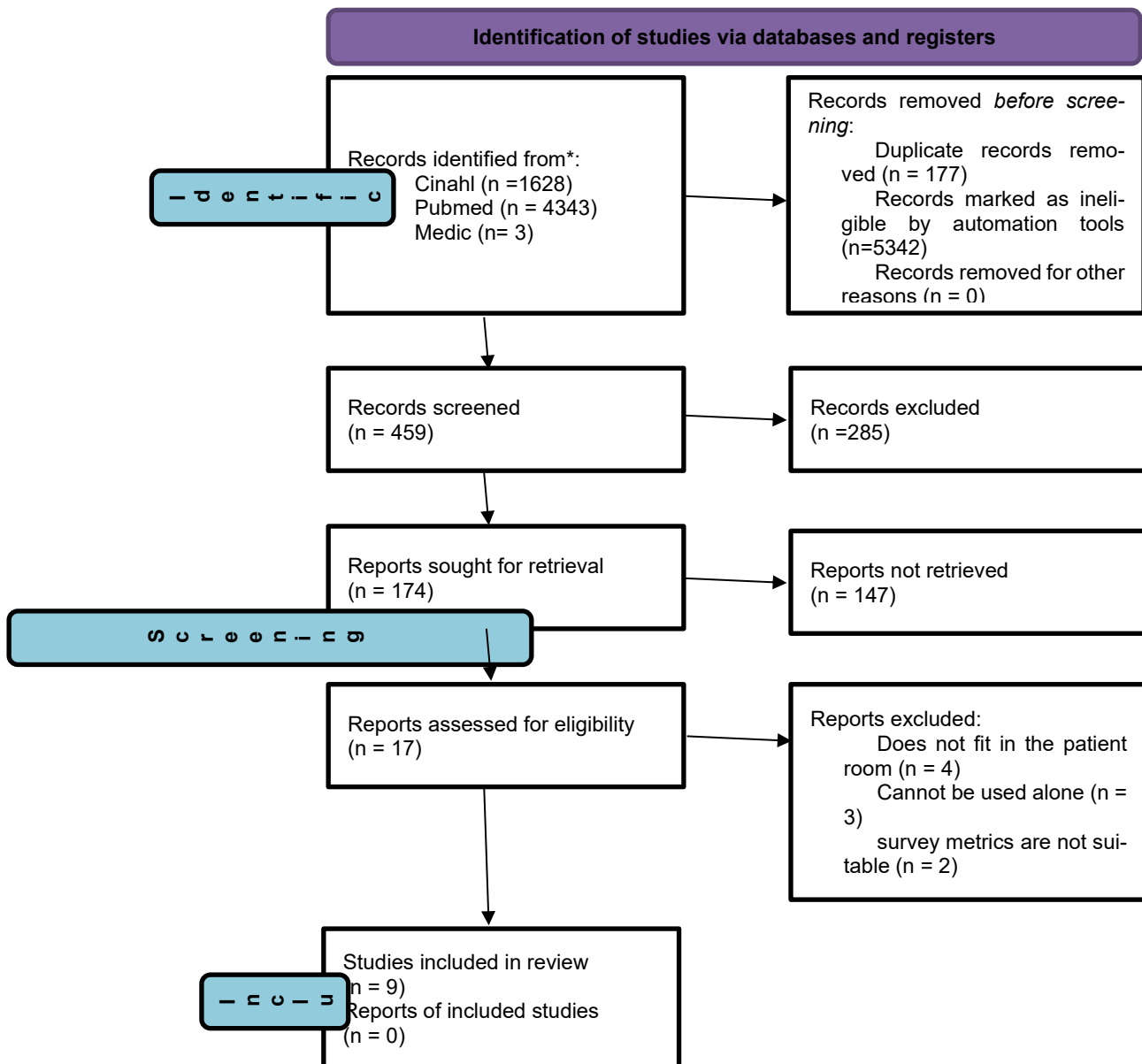
Työ- ja elinkeinoministeriö. 2019. Raportti: Suomi ponnistaa tekoälyajan kärkeksi. < <https://tem.fi/-/raportti-suomi-ponnistaa-tekoalyajan-karkimaaksi> > Luettu 5.4.2024

University of Gothenburg. Institute of Neuroscience and Physiology. Fugl-Meyer Assessment. <<https://www.gu.se/en>. > Luettu 7.11.2023

Vilka, Hanna. 2021. Tutki ja kehitä. Jyväskylä: Santalahti-kustannus.

Prisma flow kaavio

Alla työssä käytetty Prisma flow-kaavio, jolla kuvataan tiedonhakua.



From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

Pelkistetyt ilmaukset ja alaluokat

Alla esimerkki kirjallisuuskatsauksen analyysissä käytetyistä pelkistetyistä ilmauksista ja alaluokkiin jakamisesta tutkimuskysymyksestä 1. Millaisia teknologisia ratkaisuja aivoverenkiertohäiriöstä kuntoutuvan potilaan itsenäiseen kuntouttamiseen hyödynnetään?

Tekijät	Alkuperäinen ilmaus	Pelkistetty ilmaus	Alaluokka
7.	we investigated the effects of VR-based digital practice program on unilateral spatial neglect (USN) rehabilitation in patients with subacute stroke.	Virtuaalitodellisuuden avulla neglectin hoito	Virtuaalitodellisuus
5.	One of our main goals in the current study was the use of real objects from everyday tasks as part of the exercise gaming program.	Tutkimuksen käytettiin fyysisiä objekteja virtuaalitodellisuuden kanssa rinnakkain	
1.	The prolonged use of these types of glasses (more than 20 min) can cause dizziness and headaches in the subjects. Therefore, in our therapy, we set the maximum time at 15 min as a safety measure for the patients.	Osallistujat eivät käyttäneet tutkimuksessa VR laseja pidempään, kuin 15 minuuttia	

Alaluokat ja pääluokat

Alla esimerkki kirjallisuuskatsauksen analyysin tuloksina tulleista alaluokista, yläluokista ja pääluokista tutkimuskysymyksestä 1. Millaisia teknologisia ratkaisuja aivoverenkiertohäiriöstä kuntoutuvan potilaan itsenäiseen kuntouttamiseen hyödynnetään?

Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka
Virtuaalitodellisuus	Virtuaalitodellisuus	Kuntoutuksessa käytetty teknologia
Virtuaalilasit		
Istuen toteutettu virtuaalitodellisuus		
Seisten toteutettu virtuaalitodellisuus		
Hyötypelit	Hyötypelit	
Arjen omaiset pelit		
ei arjen omaiset pelit		
Puettava teknologia	Robottiikka	
Robottiikka		
Peilitterapia eksoskeletin käden avustuksella		
Kotihoidon teknologia	Muu teknologia	

Pilvipalvelut		
---------------	--	--