

NEUROPSY OPEN

Neuropsykologian erikoistumiskoulutuksen julkaisuja
Publications by the Specialisation Programme in Neuropsychology

Helsingin yliopisto, University of Helsinki, 2/2021

Virtuaalitodellisuus aivoverenkiertohäiriöpotilaiden visuospatiaalisten häiriöiden neuropsykologisessa kuntoutuksessa: Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Riitta Eklund

TIIVISTELMÄ

Virtuaaliset teknologiat tarjoavat uusia vaihtoehtoja aivoverenkierron häiriöiden jälkitilojen kuntoutukseen. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää systemaattisen kirjallisuuskatsauksen keinoin virtuaalitodellisuutta hyödyntävän kuntoutuksen toteutusta aivoverenkierron jälkeen esiintyvien visuospatiaalisten häiriöiden lievittämisessä sekä arvioida kuntoutuksen vaikutuksia. Kirjallisuushaku tehtiin joulukuussa 2017 Cochrane Library, PsychINFO, OvidMedline ja PubMed -tietokannoista. Lisäksi suoritettiin manuaalinen haku huhtikuussa 2018 viitteiden lähdeluetteloista ja Google Scholar-tietokannasta. Lopulliseen aineistoon valikoitui sisäänottokriteerien perusteella kahdeksan tutkimusta. Tutkimusten metodologinen laatu arvioitiin AMSTAR 2 sekä The Joanna Briggs –instituutin laatimia kriteerejä käyttämällä. Tutkimuksista yksi oli laadultaan heikko, kuusi kohtalaisia ja yksi oli korkeatasoinen. Tulokset osoittivat, että virtuaalitodellisuuteen perustuvilla menetelmillä voidaan lievittää aivoverenkiertohäiriöiden jälkeen ilmeneviä visuospatiaalisia oireita akuutissa, subakuutissa sekä kroonisessa vaiheessa. Virtuaalitodellisuuden käyttö perinteisen kuntoutuksen ohella voi edistää toimimista tehokkaammin kuin yksinomaan toteutettu tavanomainen kuntoutus. Viime aikoina tapahtuneesta teknologian nopeasta kehityksestä huolimatta virtuaalisten kuntoutusmenetelmien kliiniseen käytettävyyteen ja valintaan vaikuttavat tutkimustietoon pohjautuvien ohjelmistojen ja käyttäjystävällisen teknologian heikko saatavuus. Toteutetun systemaattisen katsauksen aineistoon sisältyvät metodologiset ongelmat sekä tutkimuksen rajoitteet heikentävät tulosten yleistettävyyttä. Jatkossa tarvitaan laadukkaita satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia kuntoutuksen vaikutusten arvioimiseksi sekä virtuaalitodellisuuden kuntouttavien ominaisuuksien selvittämiseksi.

Avainsanat:

Neuropsykologinen kuntoutus, virtuaalitodellisuus, visuospatiaalinen häiriö, aivoverenkiertohäiriö

Käytetyt termit ja lyhenteet

Aivoverenkiertohäiriöllä (AVH) tarkoitetaan aivoverisuonten tai aivoverenkierron sairauksia, joista tavallisimpia ovat aivoinfarkti, aivojen sisäiset verenvuodot ja lukinkalvonalainen verenvuoto. Aivoverenkiertohäiriön akuutilla ja subakuutilla vaiheella viitataan sairastumisen varhaiseen jälkitilaan. Akuutissa vaiheessa potilaan tila ei ole vielä vakiintunut. Subakuutti vaihe kattaa 3 - 6 kuukautta tapauksesta riippuen. Tuolloin kuntoutumista tapahtuu nopeimmin. Krooninen myöhäisvaihe (yli 6 kuukautta) aiheuttaa monille sairastuneille pitkäaikaisen kuntoutuksen ja tuen tarpeen (Aivoinfarktit ja TIA: Käypä hoito –suositus, 2016).

Virtuaalisella kuntoutuksella tarkoitetaan kuntoutusta, jossa käytetään virtuaaliympäristöä hyödyntävää teknologiaa. Se voidaan toteuttaa sekä kasvokkain vastaanotolla että etäkuntoutuksessa (Salmiinen, ym. 2016).

Virtuaalitodellisuudella, vt tarkoitetaan erilaisia tietokonesimulaation avulla aikaan saatuja virtuaalisia ympäristöjä, joilla voidaan jäljitellä todellista ympäristöä tai muodostaa täysin kuvitteellisia maailmoja (Rose, Nam & Chen, 2018). Virtuaalitodellisuuteen liittyvä keskeinen käsite on immersio, jolla psykologisenä terminä tarkoitetaan virtuaaliympäristöön eläytymisen ja läsnäolon tunnetta (Rose, ym. 2018). Mitä syvemmästä immersion tunteesta on kyse, sitä vahvemmin henkilö kokee olevansa virtuaaliympäristön sisällä ja tuntee toimivansa siellä kuten todellisessa ympäristössä (Rose, ym. 2018).

Virtuaaliympäristöt voidaan luokitella **ei-immersioviin, osittain immersioviin** sekä **täysin immersioviin ympäristöihin** läsnäolon tunteen syvyyden sekä käytetyn teknologian perusteella (Rose, ym. 2018). Erilaisia ei-immersiuvia ympäristöjä voidaan muodostaa tavallisen tietokoneen avulla. Osittain immersioivat virtuaaliympäristöt rakennetaan usein tietokoneen 3D -

teknologiaa ja kookasta näyttöä käyttämällä tai heijastamalla visuaalinen näkymä laajalle pinnalle, kuten seinälle tai lattialle. Täysin immersioivat virtuaaliympäristöt muodostetaan virtuaalilasien avulla tai käyttämällä CAVE-asetelmaa, jossa visuaalinen näkymä heijastetaan käyttäjän ympärille kokonaiseen huoneeseen (Garret, ym. 2018; Rose, ym. 2018).

Aineiston haussa käytetyt MeSH-termit:

Perceptual Disorders:

”Cognitive disorders characterized by an impaired ability to perceive the nature of objects or concepts through use of the sense organs. These include spatial neglect syndromes, where an individual does not attend to visual, auditory, or sensory stimuli presented from one side of the body.”

(PubMed MEDLINE: MeSH database, 1969)

JOHDANTO

Visuospatiaalinen tiedonkäsittely muodostuu moniosaisista kognitiivisista prosesseista, jotka liittyvät henkilön kykyyn havaita, ylläpitää ja manipuloida avaruudellista tietoa, kuten itsensä ja ympäristön kohteiden välisiä etäisyyksiä, suhteita tai muotoja (Cogné, ym. 2017; Chrastill, 2013; Trojano, Siciliano, Cristinzio & Grossi, 2018; Uttal, ym. 2013). Avaruudellisen tiedonkäsittelyn ongelmat voivat vaikeuttaa muun muassa näönvaraisesti ohjattuja liikkeitä, osien yhteensovittamista ja kokoamista, suuntien ja etäisyyksien arviointia, oikean ja vasemman erottelua, karttojen ja piirustusten lukemista sekä ympäristössä suuntaamista (Chrastill, 2013; Trojano, ym. 2018; Uttal, ym. 2013). Visuospatiaalinen neglect on eräs yleisimmistä esiintyvistä avaruudellisen tiedonkäsittelyn häiriöistä (Rode, Pagliari, Huchon, Rossetti & Pisella, 2016). Sillä tarkoitetaan kyvyttömyyttä havaita aivojen vaurioiden vastakkaiselta, ta-

vallisimmin vasemmalta puolelta tulevia ärsykeitä ja reagoida niihin (Rode, ym. 2016).

Visuospatiaaliset ongelmat ovat aivoverenkierron häiriöiden jälkeen yleisiä (Cumming, Brodtmann, Darby & Bernhard, 2014; Jehkonen, Laihosalo, & Kettunen, 2006; Ringman, Saver, Woolson, Clarke & Adams, 2004; Turunen, ym. 2018). Niitä esiintyy noin joka neljännellä sairastumisen jälkeen akuutissa ja subakuutissa vaiheessa, ja runsaalle kymmenesosalle jää pitkäaikaisia tai pysyviä oireita (Jehkonen, ym. 2006; Ringman, ym. 2004; Turunen, ym. 2018). Tehokkaiden kuntoutusmenetelmien kehittäminen on tärkeää, sillä visuospatiaaliset vaikeudet heikentävät sairastuneiden elämänlaatua ja itsenäistä selviytymistä sekä hidastavat ja vaikeuttavat toimintakyvyn palautumista (Cumming, 2014; Jehkonen, ym. 2006; Ringman, ym. 2004; Rode, ym. 2016). Tutkimustietoa on erityisesti neglect-oireen erilaisista kuntoutusmenetelmistä (Anelli, Avanzi, Damora, Mancuso, & Frassinetti 2019; Azouvi, Jacquin-Couttois & Luauté, 2017; Bowen, Hazelton, Pollock & Lincoln, 2013; Cicerone, ym. 2005; Jehkonen, ym. 2006; Nukari, Poutiainen, Nybo & Kalska, 2012; Proto, Russell, Hill, & Gouvier, 2009; Rohling, Faust, Beverly, & Demakis, 2009). Kuntoutuksen avulla on voitu lievittää kognitiivista haittaa (Anelli, ym. 2019; Azouvi, ym. 2017; Bowen, ym. 2013; Nukari, ym. 2012; Proto, ym. 2009), mutta harjoiteltujen taitojen siirtymisestä arjen toimintakykyyn tai pitkäaikaisista hyödyistä on vähemmän tietoa (Anelli, ym. 2019; Azouvi, ym. 2017; Bowen, ym. 2013; Nukari, ym. 2012). Muiden visuospatiaalisten häiriöiden kuntoutukseen tutkimusnäyttöön perustuvia valmiita menetelmiä tai kuntoutusmalleja on ollut heikosti saatavilla (Cogné, ym. 2017; Nukari, ym. 2012).

Virtuaaliset teknologiat tuovat uusia välineitä neuropsykologiseen arviointiin ja kuntoutukseen (Anelli, 2019; Azouvi, ym. 2017; Garret, ym. 2018; Cogne, ym. 2017; Rose,

ym. 2018; Tsirlin, ym. 2009). Virtuaalitodellisuudella tarkoitetaan tietokonesimulaation avulla aikaansaatuja vuorovaikutteisia ympäristöjä, joissa keskeisenä ominaisuutena on eläytymisen ja läsnäolon tunne, eli immersio sekä eri aistien kautta välittyvä vaikutelma ympäristön todellisuudesta (Garret, ym. 2018; Massetti, ym. 2018; Rose, ym. 2018). Virtuaalitodellisuudella on useita ominaisuuksia, joiden vuoksi sitä on hyödynnetty erilaisissa kliinisissä soveluksissa (Garret, ym. 2018; Massetti, ym. 2018; Rose, ym. 2018). Virtuaaliset ympäristöt mahdollistavat kognitiivisten taitojen kuntoutuksen arkielämää vastaavissa tilanteissa kontrolloidusti ja turvallisesti (Garret, ym. 2018; Massetti, ym. 2018; Rose, ym. 2018; Tsirlin, ym. 2009). Tämä voi vahvistaa harjoiteltujen taitojen siirtymistä jokapäiväisiin toimintoihin (Garret, ym. 2018; Massetti, ym. 2018; Rose, ym. 2018). Tehäviin voidaan sisällyttää palautetietoa esimerkiksi silmien, pään ja raajojen liikkeistä, kehon asennon muutoksista tai reaktioajoista, mikä auttaa havaitsemaan kognitiivisissa prosesseissa ilmeneviä ongelmia ja siten myös kohdentamaan kuntoutusta ja seuraamaan harjoittelussa edistymistä perinteisiä menetelmiä tarkemmin (Masseti, ym. 2018; Tsirlin, ym. 2009; Varilo, 2017).

Virtuaalitodellisuuden käyttöä neuropsykologissa kuntoutuksessa on tutkittu 90-luvulta alkaen (Rose, Brooks & Risso, 2005; Tsirlin, ym. 2009). Viime vuosina teknologiaan kehityksen myötä kuntoutukseen tarkoitettuja ohjelmistoja ja laitteistoja on ryhdytty kehittämään ja tutkimaan aktiivisemmin (Cogne, ym. 2018; Garret, ym. 2018; Massetti, ym. 2018). Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on arvioida systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla virtuaalitodellisuuden hyödyntämistä aivoverenkiertohäiriöpotilaiden visuospatiaalisten häiriöiden kuntoutuksessa. Tavoitteena on kuvata uudempia virtuaalisia menetelmiä ja niiden käytettävyyttä kliinisessä työssä sekä selvittää virtuaalitodellisuuteen perus-

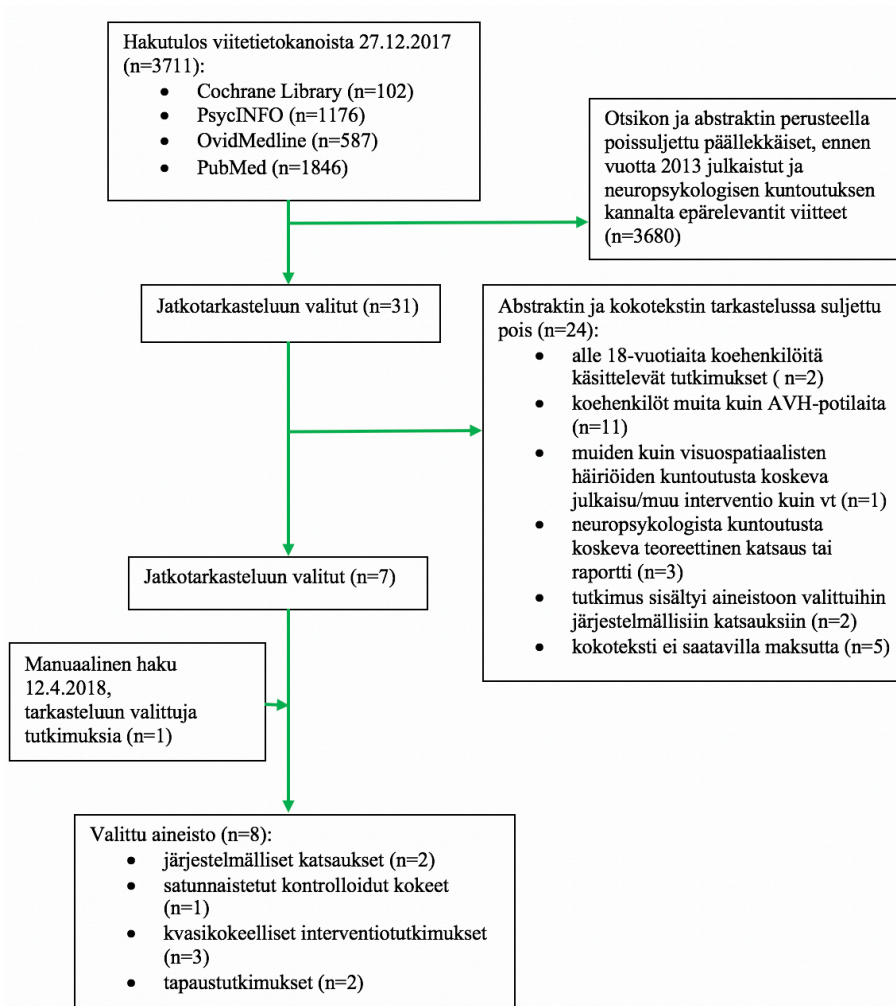
tuvien interventioiden vaikutuksia avaruudellisen tiedonkäsittelyn häiriöiden lievittämisessä.

MENETELMÄT

Järjestelmällinen kirjallisuushaku toteutettiin joulukuussa 2017 Cochrane Library-, PsycINFO, OvidMedline- sekä PubMed -tietokannoista. Haussa käytettiin asiasanoja: virtual reality AND 1) perceptual disorders [MeSH], 2) perceptual disturbances, 3) unilateral spatial neglect, 4) hemispatial neglect; 5) visual neglect, 6) visuospatial neglect, 7) spatial navigation, 8) visuospatial ability, 9) spatial ability, 10) topographic disorientation, 11) spatial perception, 12) visual perception. Hakustrategia on kuvattu liitteessä 1. Hakutulos antoi 3711 viitettä, joiden tarkastelu toteutettiin otsikko ja/tai abstraktitasolla (Kuvio 1).

Päällekkäiset viitteet, ennen vuotta 2013 julkaistut sekä ne tutkimukset, jotka eivät käsitelleet neuropsykologista kuntoutusta, suljettiin pois. Tarkempaan abstrakti- ja artikkelitason tarkasteluun valikoitui 31 tutkimusta, jotka arvioitiin seuraavia sisäänotto-kriteerejä käyttämällä:

- Intervention kohderyhmänä aikuiset >18-vuotiaat,
- tutkimuskohteena aivoverenkiertohäiriöpotilaat,
- tutkimus käsittelee visuospatiaalisten häiriöiden virtuaalitodellisuuden käyttöön perustuvia neuropsykologisia kuntoutusmenetelmiä,
- tieteellisessä julkaisusarjassa julkaistu akateeminen tutkimus,
- julkaistu suomen- tai englanninkielellä,
- julkaisu on saatavilla kokotekstinä maksutta Helsingin yliopiston tietojenhakupalvelujen kautta.



Kuva 1. Aineiston hakuprosessi

Aineistoon hyväksyttiin systemaattisten katsausten ja satunnaistettujen kontrolloitujen kokeiden lisäksi satunnaistamattomat interventiotutkimukset ja havainnoivat tutkimus-asetelmat, kuten tapaustudkimukset, sillä katsauksen tavoitteena oli kuntoutuksen vaikutusten selvittämisen lisäksi myös arvioida virtuaalisten menetelmien kliinistä käyttöä. Liitteessä 2 raportoidaan poissuljettujen tutkimusten tiedot.

Julkaisuista löytyi neljä systemaattista katsausta, joista päällekkäisten viitteiden välttämiseksi valittiin aineistojen hakupäivämäärien perusteella kaksi uusinta. Alkuperäistutkimukset, jotka eivät sisällyneet valittuihin järjestelmällisiin katsauksiin, sisällytettiin mukaan. Aineistoon jäi seitsemän julkaisua. Lisäksi tehtiin manuaalinen haku valittujen artikkelien lähdeluetteloista sekä Google Scholar –tietokannoista huhtikuussa 2018. Tämän perusteella otettiin mukaan vielä yksi sisäänottokriteerit täyttävä alkuperäistutkimus. Katsauksen aineisto koostui siten kaikkiaan kahdeksasta tutkimuksesta.

Tutkimusten menetelmällisen laadun ja tutkimuksen tuloksiin vaikuttavan harhan riskin tunnistamiseen käytettiin jokaiselle tutkimusasetelmalle soveltuvia arviointikriteerejä. Systemaattiset katsaukset arvioitiin AMSTAR 2 –lomakkeella (Shea, ym. 2017). Tarkistuslista muodostuu 16 kriteeristä, joiden toteutumista kuvattiin kyllä, ei tai osittain -vastauksilla. Tutkimukset luokiteltiin luotettavuudeltaan korkeatasoiseksi, jos kriteerien arvioinnissa ei ilmennyt enempää kuin yksi ei-kriittinen heikkous. Mikäli arvioinnissa ilmeni kaksi tai useampia ei-kriittisiä heikkouksia, tutkimuksen laatu luokiteltiin kohtalaiseksi. Yksi kriittinen puute (tarkistuslistan osiot 2, 4, 7, 9, 11, 13 ja 15) laski tutkimuksen luotettavuutta heikkoon tasoon. Kriittisesti heikkotasoiseksi luokiteltiin tutkimus, joka sisälsi kaksi tai useampia kriittisiä puutteita. Alkuperäistutkimusten metodologisen laadun arvioinnissa käytettiin The Joanna Briggs –

instituutin (JBI 2017) kehittämiä standardeitua arviointilomakkeita satunnaistetulle kontrolloidulle tutkimukselle, satunnaistamattomalle kvasikokeelliselle tutkimusasetelmalle ja tapaustudkimukselle. Tarkistuslistojen jokainen kysymys pisteytettiin asteikolla: kyllä = 1, ei = 0, epäselvä = 0 ja ei sovellettavissa = 0. Tutkimusten luotettavuuden tason arvioimiseen sovellettiin SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines) –työryhmän esittämää menetelmää (SIGN, 2015). Tämän perusteella tutkimus luokiteltiin laadultaan korkeatasoiseksi, kun kaikki tai lähes kaikki (> 80 %) tarkistuslistan kriteereistä täyttyivät; kohtalaiseksi, kun suurin osa (50 – 79 %) kriteereistä toteutui ja heikkotasoiseksi, jos kriteerikohdat jäivät täyttymättä tai vain muutama (< 50 %) toteutui (Ogoursova, Silva, Archmbault & Lamontage, 2015). Tutkimusten laadun arviointiin käytetyt tarkistuslistat sekä pisteytys on kuvattu Liitteessä 3.

Valitusta aineistosta tarkasteltiin tutkimuksen tavoitteita ja tutkimusasetelmaa, otoskokoa, koehenkilöitä, käytettyä virtuaaliympäristöä, tehtäviä, interventioita sekä osallistujien kokemuksia kuntoutuksen onnistumisesta. Virtuaaliodellisuutta hyödyntävän kuntoutuksen vaikuttavuutta visuospatiaalisten oireiden lievittämisessä aivoverenkiertohäiriöpotilailla arvioitiin vertaamalla sitä tavanomaiseen kuntoutukseen tai eikuntoutusta -tilanteeseen. Tulosta mitattiin joko tavanomaisilla tai virtuaalisilla neuropsykologisilla menetelmillä ja/tai toiminnallista itsenäistä selviytymistä osoittavia arviointiasteikkoja käyttämällä. Tuloksellisuuden arvioimiseksi käytettiin systemaattisten katsausten tietoja sekä tutkijoiden ilmoittamia tilastollisia tunnuslukuja, kuten luottamusväliä ja tilastollista merkitsevyyttä ($p < 0,05$).

TULOKSET

Tutkimusten kuvaus

Aineisto koostui kahden systemaattisen katsauksen lisäksi (Ogourtsova, ym. 2015; Pedroli, Serino, Ciproso, Pallavicini & Riva, 2015) yhdestä satunnaistetusta kontrolloidusta tutkimuksesta (Faria, Andrade, Soares & Bermudes i Badia, 2016), kolmesta kvasikokeellisesta interventiotutkimuksesta (Claessen, van der Ham, Jagersma & Visser-Maily, 2016; Kober, ym. 2013; Tobler-Amman, ym. 2017) ja kahdesta tapaustutkimuksesta (De Luca, ym. 2017; Yasuda, Muroi, Hirano, Saichi & Iwata, 2018). Taulukoissa 1 ja 2 raportoidaan katsaukseen valittujen tutkimusten keskeiset tiedot.

Tutkimusten metodologinen laatu arvioitiin kahta tutkimusta lukuun ottamatta kohtalaiseksi (Taulukot 1 ja 2, Liite 3). Yksi tutkimus luokiteltiin korkeatasoiseksi (Kober, ym. 2013) ja yksi heikkotasoiseksi (Pedroli, ym. 2015). Metodologiseen laatuun vaikuttavat tekijät liittyivät yleisimmin tietojen puuttumiseen. Vertailuinterventioiden tarkempaa sisältöä oli kuvattu riittämättömästi tai tiedot osallistujien saamasta muusta kuntoutuksesta jäivät epäselviksi (De Luca, ym. 2017; Claessen, ym. 2016; Kober, ym. 2013; Tobler-Amman, ym. 2017; Yasuda, ym. 2018). Toinen aineiston systemaattisista katsauksista luokiteltiin heikkotasoiseksi (Pedroli, ym. 2015). Kyseisessä tutkimuksessa aineiston ulkopuolelle jääneitä tutkimuksia ei oltu raportoitu, joka on AMSTAR 2 arviointokriteerien mukainen kriittinen puute. Myöskään aineiston alkuperäistutkimusten metodologista laatua ei oltu arvioitu systemaattisesti. Toinen systemaattinen katsaus arvioitiin laadultaan kohtalaiseksi (Ogourtsova, ym. 2015). Järjestelmällisten katsausten aineistoissa kaksi tutkimusta oli päällekkäisiä (Taulukko 1). Aineiston satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa (Faria, ym. 2016) sokkoutukseen liittyvät laatutekijät eivät täyttyneet,

sillä kuntoutusta koskevissa tutkimuksissa kaikkia intervention toteutukseen liittyviä tietoja on vaikeaa tai mahdotonta peittää osallistujilta ja kuntoutusta toteuttavilta. Satunnaistaminen, ryhmävalinnan salaus sekä tulosten analysointi niissä ryhmissä, joihin osallistujat satunnaistettiin, toteutui asianmukaisesti. Muita metodologisia puutteita ilmennyt, joten tutkimuksen luotettavuus arvioitiin hyvätasoiseksi. Yhdessä tutkimuksessa kuntoutuksen vaikutusten arviointoon käytettiin yksinomaan virtuaalisia menetelmiä (Claessen, ym. 2016), joiden psykometrisiä ominaisuuksia ei oltu arvioitu. Muissa tutkimuksissa kuntoutuksen vaikutusten arviointiin ja tulosten analysointiin käytetyt menetelmät arvioitiin luotettaviksi.

Aineiston viidessä tutkimuksessa keskityttiin visuospatiaalisen neglect-oireen kuntoutukseen (De Luca, ym., 2017; Ogourtsova, ym. 2015; Pedroli, ym. 2015; Tobler-Amman, ym. 2017; Yasuda, ym. 2018), yhdessä visuospatiaalisen kognition (Faria, ym. 2016) ja kahdessa tutkimuksessa ympäristössä suuntaamisen häiriöiden lievittämiseen (Claessen, ym. 2016; Kober, ym. 2013). Tutkimusten otoskoko vaihteli tapaustutkimusten yhdestä koehenkilöstä systemaattisten katsausten sisältämien tutkimusten 20 osallistujaan per ryhmä. Osallistujat olivat iältään koehenkilöryhmissä 43 - 78 ja kontrolliryhmissä 53 - 81 -vuotiaita. Sairastumisesta kulunut aika intervention alkaessa vaihteli 15 vuorokauden ja 5,5 vuoden välillä (Taulukot 1 ja 2).

TAULUKKO 1. Tutkimusten kuvaus, systemaattiset katsaukset

Tutkimuksen tiedot	Ogourtsova, ym. 2015	Pedroli, ym. 2015
Tutkimuksen tavoite	Arvioida spatiaalisen neglect-oireen virtuaaliodellisuuteen perustuvia tutkimus- ja kuntoutusmenetelmä sekä verrata virtuaalisen ja perinteisen kuntoutuksen vaikuttavuutta.	Kuvata ja arvioida kriittisesti virtuaaliodellisuutta hyödyntäviä neglect-oireen tutkimus- ja kuntoutusmenetelmiä.
Aineisto	<p>Neuropsykologiset arviointimenetelmät n=17, kuntoutus n=6 tutkimusta, joista:</p> <ul style="list-style-type: none"> • satunnaistettuja, kontrolloituja kokeita n=3 • kvasikokeellisia interventiotutkimuksia n=1 • tapaus tutkimuksia n=2 <p>Osallistujat: n=117, koeryhmät n=62, kontrolliryhmät n=55.</p> <p>Ikä: koeryhmät ka. 58 (49-65) vuotta, kontrolliryhmät ka. 62 (60-67) vuotta.</p> <p>Sairastumisesta kulunut aikaa (kuukausia) ka. 20 (3-44/ei tiedossa), koeryhmät ka. 16 (3-44/ei tiedossa), kontrolliryhmät ka. 23 (6-40).</p>	<p>Neuropsykologiset arviointimenetelmät n=7, kuntoutus n=4, kuntoutus ja arviointimenetelmät n=2 tutkimusta.</p> <p>Kuntoutusta käsittelevistä tutkimuksista:</p> <ul style="list-style-type: none"> • satunnaistettuja kontrolloituja kokeita n=2 • tapaus- verrokkitutkimuksia n=1 • tapaus tutkimuksia n=3 <p>Osallistujat: n= 94, koeryhmät n=52, kontrolliryhmät n=42.</p> <p>Ikä: koeryhmät ka. 64 (58-78) vuotta, kontrolliryhmät ka. 61 (54-67) vuotta.</p> <p>Sairastumisesta kulunut aikaa (kuukausia) ka. 13 (5– 25/ei tiedossa), koeryhmät ka. 15 (5- 23/ei tiedossa), kontrolliryhmät ka. 7 (5 – 25).</p>
Virtuaalisessa kuntoutuksessa käytetyt laitteet, ohjelmistot ja tehtävät	<p>Pöytä tietokone, Supercsape 3D –ohjelmointi, virtuaalinen kadunylitystehtävä.</p> <p>ei-immersiivinen (alkup. Katz, ym. 2005).</p> <p>Pöytä tietokone, videokamera, datahansikkaat, IREX-ohjelmisto; kohteiden havainnointia, koskettamista ja kiinniottamista edellyttävät tehtävät; ei-immersiivinen (alkup. Kim, ym. 2011).</p> <p>Pöytä tietokone, videokamera, projektori, stereokaiuttimet, kookas valkokangas; tutkimuskäyttöön räätälöity ohjelmisto; visuaaliset etsintätehtävät, kohteiden havainnointi ja kiinniottaminen; ei-immersiivinen (alkup. Sedda, ym. 2013).</p>	<p>Tietokone, peliohjain, kookas näyttö tai projektori ja valkokangas, kaiuttimet, infrapunakamera, tutkimuskäyttöön laadittu ohjelmisto; virtuaalinen kadunylitystehtävä, kulkea kauppaan ja takaisin lähtöpisteeseen, reitillä kaksi risteystä; osittain immersoiva (alkup. Navarro ym. 2013).</p> <p>Pöytä tietokone, videokamera, projektori, stereokaiuttimet, kookas valkokangas, tutkimuskäyttöön laadittu ohjelmisto; kuntoutustarkoitukseen laaditut pelit, visuaalinen etsintä, kohteiden havainnointi ja koskettaminen.</p> <p>Ei-immersoiva (alkup. Mainetti, ym. 2013).</p> <p>Tietokone, virtuaalilasit, digitaalikamera, tutkimuskäyttöön laadittu ohjelmisto; visuaaliset virtuaaliset klassiset neglect-tehtävät; immersoiva (alkup. Tanaka, ym. 2013).</p>

(jatkuu)

Tutkimuksen tiedot	Ogourtsova, ym. 2015	Pedroli, ym. 2015
	Mandala Gesture Xtreme (GX) virtuaalijärjestelmä, videokamera, IREX-ohjelmisto; kuntoutustarkoitukseen laaditut pelit: ”Soccer”, ”Birds and Balls”; ei-immersiivinen (alkup. Smith, ym. 2007).	Tietokone, kookas näyttö, videokamera, SeeMe-ohjelmisto; visuaaliset etsintätehtävät, kohteiden koskettaminen ja muovaaminen, videokamera heijastaa käyttäjän kuvaa virtuaaliympäristöön, jolloin hän näkee itsensä suorittamassa tehtävää; osittain immersoiva (alkup. Sugarman, ym. 2011).
	Tietokone, valkokangas videotykki, painonappi ja ohjauspyörä, tutkimuskäyttöön laadittu ohjelmisto; tietokoneavusteiset klas-siset neglect-tehtävät (TSVS), ajosimulaatiotehtävät; ei immersiiivinen (al-kup. van Kessel, ym. 2013).	Laitteet ja ohjelmisto kahdessa tutkimuksessa kuten Ogourtsova, ym. (2015) (al-kup. Van Kessel, ym. 2013; Kim, ym. 2011).
	Tietokone, projektori, kookas pimennetty huone, pyörätuoli varustettuna pe-liohjaimilla; tutkimuskäyttöön laadittu ohjelmisto; kohteiden havainnointi ja koskettaminen terveellä kädellä, simuloitu pyörätuolilla liikkuminen; osittain immersoiva (alkup. Webster, ym. 2001).	
Interventio/ vertailu- interventio	Kolmena päivänä viikossa 45 min/harjoituskerta yhteensä 4 viikkoa; kontrolliryhmällä intensiteetiltään ja kestoaltaan vastaava määrä tietokoneistettua visuaalista etsintäharjoittelua (alkup. Katz, ym. 2005).	Yksi istunto n=2 (alkup. Navarro, ym. 2013; Tanaka, ym. 2010)
	Viitenä päivänä viikossa 30 min/harjoituskerta yhteensä 3 viikkoa; kontrolliryhmä vastaava määrä perinteistä kuntoutusta (visuaalinen etsintäharjoittelu, lukeminen, kirjoittaminen, piirtäminen, kopiointi, palapelit) (alkup. Kim ym, 2011).	Viitenä päivänä viikossa 30 min/harjoituskerta yhteensä 6 viikkoa, seurantatutkimus kuukautta myöhemmin, (alkup. Mainetti, ym. 2013)
	Yksi harjoittelukerta (alkup. Sedda, ym. 2013).	Yksi harjoittelukerta/viikko yhteensä 8 viikkoa, (alkup. Sugarman, ym. 2011).
	Yksi harjoittelukerta/viikko yhteensä 8 viikkoa (alkup. Smith, ym. 2007).	Kaksi interventiota kuten Ogourtsova, ym. (2015) (alkup. Van Kessel, ym. 2013; Kim, ym. 2011).
	30 harjoituskertaa 6 viikon ajan; kontrolliryhmä perinteiset kynä- ja paperi-tehtävät 2 kertaa viikossa 6 viikon ajan (alkup. van Kessel, ym. 2013).	
	Yhteensä 12-20 kertaa 45 min/istunto; kontrolliryhmällä toiminta- ja fysioterapiata (alkup. Webster ym. 2001).	

(jatkuu)

Tutkimuksen tiedot	Ogourtsova, ym. 2015	Pedroli, ym. 2015
Arviointimenetelmät	Neuropsykologinen tutkimus ennen ja jälkeen intervention n=6	Neuropsykologinen tutkimus ennen ja jälkeen intervention n=6
Keskeiset tulokset	Useita aisteja stimuloiva vt-harjoittelu voi olla tehokkaampaa neglectin kuntoutuksessa kuin perinteinen visuaalinen etsintäharjoittelu AVH:n jälkeen akuutissa ja subakuutissa vaiheessa. Virtuaalinen harjoittelu voi kohentaa neglect -potilaan toiminnallista itsenäistä selviytymistä paremmin kuin perinteinen visuaalinen etsintäharjoittelu. Virtuaalitodellisuutta hyödyntävillä menetelmillä neglect-oireita voidaan tunnistaa herkemmin kuin perinteisillä kynä- ja paperitehtävillä.	Virtuaalitodellisuuteen perustuvat sovellukset näyttävät lupaavilta menetelmiltä neglect- oireen tunnistamisessa ja kuntoutuksessa. Virtuaalinen harjoittelu on hyödyllistä aloittaa jo sairastumisen akuuttivaiheessa. Virtuaalilasien käyttöön liittyvää huonovointisuutta voi ehkäistä rajoittamalla istuntojen kestoja 20 - 30 minuuttiin. Virtuaalitodellisuutta hyödyntävät menetelmät tunnistavat neglect-oireita herkemmin kuin perinteiset kynä- ja paperitehtävät.
Tutkimuksen laatu	Kohtalainen	Heikko

Taulukko 2. Tutkimusten kuvaus, alkuperäistutkimukset

Tutkimuksen tiedot	Claessen, ym. (2016), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	De Luca, ym. (2017), tapaustudkimus	Faria, ym. (2016), satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	Kober, ym. (2013), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	Tobler-Amman, ym. (2017), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	Yasuda, ym. (2018), tapaustudkimus
Tavoite	Arvioida virtuaalitodellisuuden käyttöä uusien navigointi-strategioiden omaksumisessa AVH-potilailla.	Kuvata intensiivisen virtuaalisen harjoittelun neuropsykologisia ja neurofysiologisia vaikutuksia visuospatiaalisen neglectin kuntoutuksessa AVH-potilaalla.	Arvioida virtuaalisen harjoittelun vaikutusta AVH-potilaiden kognitiivisiin toimintoihin tavalliseen kuntoutukseen verrattuna.	Tutkia kielellisesti ohjatun passiivisen virtuaalisen navigointiharjoittelun vaikutusta spatiaalisiin taitoihin neurologisilla potilailla.	Arvioida toiminnallisten virtuaalitodellisuutta hyödyntävien harjoitusten käytettävyyttä spatiaalisen neglect-oireen kuntoutuksessa mahdollisimman itsenäisessä harjoittelutilanteessa.	Kuvata virtuaalisen intervention vaikutusta lähellä ja kaukana sijaitsevien kohteiden havaitsemiseen sekä jokapäiväisiin toimintoihin AVH:n jälkeen spatiaalisen neglect-oireen kuntoutuksessa.

(jatkuu)

Tutkimuksen tiedot	Claessen, ym. (2016), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	De Luca, ym. (2017), tapaus tutkimus	Faria, ym. (2016), satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	Kober, ym. (2013), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	Tobler-Amman, ym. (2017), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	Yasuda, ym. (2018), tapaus tutkimus
Koehenkilöt	Osallistujat valittiin laajempaan tutkimusprojektiin osallistuneiden joukosta n=6.	Koehenkilönä nainen, jolla aivoverenvuoto ja aivoinfarkti. Seurauksena vasemman raajaparin halvausoireisto, vaikeita visuospatiaalisia häiriöitä.	Sairaalan osasto- ja avohoitopotilaita n=18 koeryhmä n=9, kontrolliryhmä n=9.	Koehenkilöt n=22, koeryhmä n= 11 sairaalan neurologisen klinikan seurannassa olevia AVH-potilaita, joilla arkielämää haittaavia ympäristössä suuntaamisen ongelmia, kontrolliryhmä n=11 ortopedisen klinikan neurologisesti terveitä potilaita.	Kahden eri kuntoutuskeskuksen potilaita n=7.	Koehenkilönä mies, jolla oikean keskimmäisen aivovaltimon suonitusalueen infarkti. Oireina vasemman raajaparin halvaus, visuospatiaalinen neglect, päivittäisissä toiminnoissa kohtalaista avuntarvetta.
	Ikä ka. 57 (43- 69) vuotta.	Ikä 57 vuotta.	Ikä: koeryhmä ka. 58 (48-71) vuotta, kontrolliryhmä ka. 53 (50-66) vuotta.	Ikä: koeryhmä ka. 66 (45-80) vuotta, vertailuryhmä ka. 66 vuotta.	Ikä ka. 69 (53-78) vuotta.	Ikä 76 vuotta.
	Aikaa sairastumisesta 26-56 kk.	Sairastumisesta kulunutta aikaa ei raportoitu.	Aikaa sairastumisesta koeryhmä ka. 7 kk (4 - 49 kk), kontrolliryhmä ka. 4 kk (3-11,5 kk).	Aikaa sairastumisesta koeryhmä ka. 6 kk (5 viikkoa -43 kk).	Aikaa sairastumisesta ka. 6 viikkoa (15 vrk-6 kk).	Kuntoutuksen alkaessa sairastumisesta aikaa 7 viikkoa.
Virtuaalisessa kuntoutuksessa käytetyt laitteet, ohjelmistot ja tehtävät	Tietokone, peliohjain, tutkimuskäyttöön laadittu ohjelmisto; todellista kaupunkia simuloiva virtuaalinen kaupunki; suunnata ja opetella reittejä virtuaalisessa kaupunkiympäristössä; osittain immersoiva	BTS NIRVANA –järjestelmä: tietokone, 1-2 infrapunakameraa, kookas kosketusnäyttö tai projektori ja valkokangas, web-kamera ja kaiuttimet; useiden aistien stimulaatioon perustuva menetelmä; tehtävänä seurata ja koskettaa	Tietokone, peliohjain, kaksi painiketta, kookas näyttö, Reh@City- ohjelmisto; kuvitteellinen virtuaalinen kaupunki; tehtävänä löytää reittejä, käydä ostoksilla ja asioida pankissa, postissa ja apteekissa; ei-immersoivia ja osittain	Tietokone, peliohjain, projektori, valkokangas, tutkimuskäyttöön laadittu ohjelmisto; osallistujien asuinympäristöä simuloiva virtuaalinen kaupunki; tehtävänä suunnata ja opetella reittejä; avustaja käytti ohjelmiston osallistujan suul-	Tietokone, yksikätesen työskentelyn mahdollistava peliohjain (Novint Falcon), kuntoutustarvittuihin laadittu pelit (REWIRE); virtuaalinen kuvitteellinen kaupunki; arkielämää jäljittelevien askareiden suorittaminen, kuten	Tietokone, virtualilasit, liiketunnistin, tutkimuskäyttöön laadittu ohjelmisto, pelkistetty virtuaalinen huone; tehtävä 1: nimetä 15 metrin päässä (jatkuu)

Tutkimuksen tiedot	Claessen, ym. (2016), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	De Luca, ym. (2017), tapaustutkimus	Faria, ym. (2016), satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	Kober, ym. (2013), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	Tobler-Amman, ym. (2017), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	Yasuda, ym. (2018), tapaustutkimus
		liikkuvia kohteita, koskettaa, muovata laajalle näytölle tai valkokankaalle heijastettua kuvaa, kuuloaistimuksena musiikkia, järjestelmä toimii vuorovaikutuksessa käyttäjän liikkeiden kanssa, käyttäjän varjo voidaan heijastaa virtuaaliseen ympäristöön näytölle; osittain immersoiva.		listen ohjeiden mukaisesti ”suoraan eteenpäin”, ”käännä vasemmalle”, ”käännä oikealle” ja ”pysähdy”; osittain immersoiva.	kaupassa käynti, koiran ulkoiluttaminen, aterian valmistaminen reseptin mukaan virtuaalisessa keittiössä, lisäksi palapeliä kokoaminen; ei-immersoiva	näkyviä vilkkuvia kohdteita järjestyksessä oikealta vasemmalle, tehtävä 2: koskettaa virtuaalisella pöydällä olevia esineitä järjestyksessä oikealta vasemmalle; immersoiva
Interventio/vertailuinterventio	Neljä istuntoa á 1h: 1.harjoitus: psykoedukaatio potilaan navigointiin liittyvistä vahvuuksista, ongelmista ja niiden vaikutuksesta arkielämän liikkumisen taitoihin; harjoituskerrat 2 – 4: navigointistrategioiden harjoittelu virtuaaliympäristössä; kuntoutusistuntojen välillä navigointistrategioiden	Kaksi jaksoa: 1.Virtuaalinen harjoittelu, jossa kuntoutujan varjokuva heijastettiin virtuaaliympäristöön, istuntoja 20 kertaa á 45 min, viisi kertaa viikossa kuukauden ajan; 2. virtuaalinen harjoittelu ilman kuntoutujan varjoa 20 kertaa á 45 min, viisi kertaa viikossa kuukauden ajan; lisäksi tavallinen kuntoutus, jonka sisältöä	12 virtuaalista harjoituskertaa á 20 min. 4-6 viikon jaksolla; kontrolliryhmällä intensiteetiltään ja kestoltaan vastaava perinteinen kuntoutus sisältäen toimintaterapiaa (palapelit, ongelmanratkaisu- ja muotojen valintatehtävät).	Koe- ja vertailuryhmä: viisi virtuaalista istuntoa á 20 min, jokaisen harjoituskerran aikana osallistujat opettivat ja kulkivat muistivaraisesti kolme erilaista reittiä.	15 virtuaalista harjoituskertaa: viisi istuntoa/viikko á 30-45 min, osallistujia kannustettiin toimimaan kuntoutustilanteessa itsenäisesti; samanaikaisesti toiminta-, fysioterapia ja neuropsykologinen kuntoutus, joiden sisältöä ei raportoitu	30 virtuaalista harjoituskertaa: 5 istuntoa/viikko á 30 min.

(jatkuu)

Tutkimuksen tiedot	Claessen,ym. (2016), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	De Luca, ym. (2017), tapaustutkimus	Faria, ym. (2016), satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	Kober, ym. (2013), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	Tobler-Amman, ym. (2017), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	Yasuda, ym. (2018), tapaustutkimus
	harjoittelua kotona ja lähiympäristössä sekä harjoittelupäiväkirja strategioiden käytöstä.	tai intensiteettiä ei raportoitu.				
Arviointimenetelmät	Lähtötasotutkimus: DART*, Corsi Block-Tapping Test, Trail Making Test, Digit Span; lisäksi Virtual Tübingen test ennen ja jälkeen, intervention sekä osallistujien havainnointi kuntoutusistuntojen aikana.	Neuropsykologinen tutkimus: MMSE*, RBANS*, HRS-D*, BIT* ennen kuntoutusta ja molempien kuntoutusjaksojen jälkeen; Lisäksi ennen ja jälkeen intervention Event related potential (P300), Trunk Control Test.	Neuropsykologinen tutkimus: ACA*, Trail Making Test, WAIS III Picture Arrangement, SIS 3.0*, MMSE*, ennen ja jälkeen intervention sekä osallistujien havainnointi kuntoutusistuntojen aikana.	Neuropsykologinen tutkimus: BVRT*, LPS 50+*, LVT* ja CBTT* ennen ja jälkeen intervention.	Neuropsykologinen tutkimus: The ETNT*, The NET* ZüMax* ennen ja jälkeen intervention.	Neuropsykologinen tutkimus: Line cancellation Test, Line bisection Test, CBS* ennen ja jälkeen intervention.

(jatkuu)

Tutkimuksen tiedot	Claessen,ym. (2016), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	De Luca, ym. (2017), tapaus tutkimus	Faria, ym. (2016), satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	Kober, ym. (2013), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	Tobler-Amman, ym. (2017), kvasikokeellinen interventio-tutkimus	Yasuda, ym. (2018), tapaus tutkimus
Keskeiset tulokset	Uusien navigointistrategioiden omaksumista voidaan edistää lyhyen psykoedukaatiota, vt- ja todellisessa ympäristössä harjoittelua sisältävän intervention avulla. Virtuaaliodellisuutta hyödyntävät tehtävät tunnistavat herkästi visuospatiaalisia häiriöitä.	Neglect-oireet väistyivät lähes täysin, merkittävää tarkkaavuuden, visuaalisen etsinnän ja spatiaalisen kognition kohenemista testituloksissa. Vartalon hallinta lisääntyi. Mieliä koheni. Herätepotentiaalitutkimus osoitti lisääntynyttä aktiviteettia vasemmalta tuleviin ärsykkeisiin reagoinnissa kuntoutusjakson jälkeen.	Virtuaaliodellisuutta hyödyntävä neuropsykologinen kuntoutus on ekologisesti validi kuntoutusmuoto, joka voi olla tehokkaampaa AVH:n jälkitilaan liittyvien visuospatiaalisten oireiden kuntoutuksessa kuin perinteinen kuntoutus.	Spatiaaliset taidot voivat harjaantua kielellisesti ohjatun virtuaalisen navigointiharjoittelun myötä. Harjoitteluvaikutukset voivat edistää myös toiminnanohjausta.	Virtuaaliodellisuus on turvallinen ja vähän haittoja sisältävä neglect-oireen kuntoutusmuoto. Kuntoutusta on hyvä kokeilla jo sairastumisen alkuvaiheessa. Kognitiivinen suoriutuminen koheni lähes kaikilla koehenkilöillä intervention aikana, tosin vt-kuntoutuksen osuutta ei voi osoittaa, sillä potilaat saivat tavanomaista kuntoutusta ja sairastumisen alkuvaiheessa spontaania toipumista tapahtuu nopeasti.	Virtuaaliodellisuutta hyödyntävä kuntoutus vaikuttaa lupaavalta neglect-oireen kuntoutusmuodolta, mutta kuntoutuksen vaikutukset eivät välttämättä yleisty jokapäiväisiin toimintoihin. Virtuaaliset tehtävät tunnistavat herkästi neglect-oireita.
Tutkimuksen laatu	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Korkea	Kohtalainen	Kohtalainen

DART=Dutch version of Adult Reading Test; MMSE=Mini Mental State Examination; RBANS= Repeteeable Battery for Neuropsychological Status; HRS-D= Hamilton Rating Scale for depression; BIT=Behavioral Inattention Test; ACA=Addenbrook Cognitive Assessment; SIS 3.0 = Stroke Impact Scale; BVRT*= The Benton Test, LPS 50+* (Leistungsprüfsystem für 50-bis 90-Jährige; saksankielinen yleistä kognitiivista toimintakykyä arvioiva tehtäväsarja), LVT* ja CBTT* (Vienna Test System osatestejä); The ETNT=Eye Tracker Neglect Test, The NET=Neglect test; ZüMax= Zürich Maxi Mental Status Inventory; CBS=The Catherine Bergego

Kuntoutuksen intensiteetti vaihteli yhdestä viiteen harjoittelukertaan viikossa (De Luca, ym. 2017; Faria, ym. 2016; Ogoursova, ym. 2015; Pedroli, ym. 2015; Tobler-Amman, ym. 2017 Yasuda, ym. 2018). Kuntoutusistunnon kesto oli lyhyimmillään 20 minuuttia ja pisimmillään 60 minuuttia (Taulukot 1 ja 2). Tavallisimmin harjoittelukertoja oli viisi kertaa viikossa 20 – 30 minuuttia kerrallaan (Ogoursova, ym. 2015; Pedroli, ym. 2015; Tobler-Amman, ym. 2017). Kuntoutusjaksojen pituus vaihteli kolmesta viikosta (minimi) kahdeksaan viikkoon (maksimi) (Taulukot 1 ja 2). Intensiteetiltään ja kestoiltaan poikkeuksena erotui kaksi tutkimusta, joista Claessen ym. (2016) käyttivät interventiossaan neljää harjoittelukertaa ja Kober, ym. (2013) viittä istuntoa. Lisäksi aineiston järjestelmällisiin katsauksiin oli valikoitunut kolme tutkimusta, joihin sisältyi vain yksi istunto laitteen käytettävyyden arvioimiseksi (Ogoursova, ym. 2015; Pedroli, ym. 2015).

Kaikissa tutkimuksissa kuntoutuksen vaikutusten arvioimiseen käytettiin neuropsykologista lähtötaso- ja seurantatutkimusta. Toiminnallista itsenäistä selviytymistä arvioitiin kyselylomakkeilla (Faria, ym. 2016) tai havainnointiin perustuvalla menetelmällä (Ogoursova, ym. 2015; Yasuda, ym. 2018). Lisäksi yhdessä tutkimuksessa mitattiin vartalon hallintaa sekä aivokuoren herätepotentiaalia (De Luca, ym. 2017). Osallistujien kokemuksia ja kuntoutusmotivaatiota arvioitiin haastatteleamalla sekä havainnoimalla koehenkilöiden toimintaa kuntoutustilanteiden aikana (De Luca, ym. 2017; Kober, ym. 2013; Pedroli, ym. 2015; Tobler-Amman, ym. 2017), kyselylomakkeella (Faria, ym., 2017; Kober, ym. 2013; Tobler-Amman, ym., 2017) tai kuntoutuspäiväkirjan avulla (Claessen, ym. 2016; Tobler-Amman, ym. 2017).

Virtuaalisen kuntoutuksen toteutus ja käyttäjien kokemukset

Kaikissa tutkimuksissa kuntoutus toteutettiin kasvokkain. Visuospatiaalisen neglect-oireen kuntoutuksessa käytettiin yleisimmin erilaisia visuaalisia etsintätehtäviä sekä kuvaruudulla näkyvien kohteiden koskettamista, kiinni ottamista tai siirtämistä (De Luca, ym. 2017; Ogoursova, ym. 2015; Pedroli, ym. 2015; Yasuda, ym. 2018). Kyseisissä tehtävissä virtuaalinen näkymä heijastettiin laajalle valkokankaalle tai se esitettiin kookkaalla näytöllä. Yhdessä tapaustutkimuksessa harjoitteluympäristö perustui tietokoneen, virtuaalilasien ja liiketunnistimen avulla luotuun virtuaaliseen huoneeseen, jossa kuntoutujat suorittivat sekä lähellä että kaukana olevien kohteiden havaitsemiseen liittyviä tehtäviä (Yasuda, ym. 2018). Useissa harjoituksissa käytettiin liikkuvia kohteita, kuulo- ja/tai tuntoaistiin perustuvia ärsykeitä (Ogoursova, ym. 2015; Pedroli, ym. 2015) tai rajoitettua, liukuen oikealta vasemmalle siirtyvää näkymää tarkkaavuuden suuntaamisen tukemiseksi (Yasuda, ym. 2018). Harjoituksiin oli sisällytetty usein myös vartalon kääntöliikkeitä sekä koehenkilön reaaliaikaista videokuvaa tai varjoa heijastettuna kuvaruudulle, jolloin osallistuja näki itsensä virtuaalisessa ympäristössä suorittamassa tehtävää (De Luca, ym. 2017; Ogoursova, ym. 2015).

Erilaisina arkielämän toimintoja jäljittelevinä tehtävinä hyödynnettiin virtuaalista kadunylitystä, simuloitua autolla-ajoa tai pyörätuolilla liikkumista (Ogoursova, ym. 2015). Kahdessa interventiossa koehenkilöt suorittivat virtuaaliympäristössä erilaisia askareita, esimerkiksi koiran ulkoiluttaminen ja kaupassa käynti, aterian suunnittelu ja valmistaminen reseptin mukaan (Faria, ym. 2016; Tobler-Amman, ym. 2017). Visuaalisten vihjeiden lisäksi tehtäviin oli sisällytetty tuntoaistiin perustuvaa palautetta onnistuneesta suorituksesta. Tuntoaistin avulla annettiin myös avustavia vihjeitä sen

esineen painosta, jota henkilö oli parhailaan nostamassa harjoituksen aikana tai vastustamalla liikettä, mikäli osallistuja reagoi tehtävään virheellisesti (Tobler-Amman, ym. 2017). Faria, ym. (2016) käyttivät ohjelmistoa, jossa tehtävien vaikeusaste oli muutettavissa häivyttämällä tai korostamalla virtuaalisen kaupungin avustavaa tietoa, kuten kulkusuuntaa osoittavia nuolia. Myös kohteiden ja maamerkkien määrä, reitillä kuljettava etäisyys sekä risteysten lukumäärä olivat säädettävissä. Kahdessa navigointiharjoittelua sisältäneessä tutkimuksessa virtuaaliympäristönä käytettiin osallistujien asuinympäristöä simuloivaa virtuaalista kaupunkia (Kober, ym. 2013; Claessen, ym. 2016).

Virtuaalisen kuntoutusympäristön muodostamiseen tarvittavat ohjelmistot ja tekniset ratkaisut oli koottu yksinkertaisimmillaan video- ja liikekameraa ja tavallista tietokoneita, kookasta näyttöä (Da Luca, ym. 2017; Pedroli, ym. 2015) sekä kuntoutustarkoitukseen markkinoilla olevia ohjelmistoja käyttämällä (De Luca, ym. 2017; Ogourtsova, 2015; Pedroli, 2015). Useimmat virtuaaliset kuntoutusympäristöt oli kuitenkin räätälöity tutkimuskäyttöön tutkijoiden, ohjelmistosuunnittelijoiden ja teknologian asiantuntijoiden yhteistyönä (Claessen, ym. 2016; Faria, ym. 2016; Kober, ym. 2013; Ogourtsova, ym. 2015; Pedroli, ym. 2015; Tobler-Amman, 2017; Yasuda, ym. 2018). Halvauspotilaiden edellytykset oli huomioitu mahdollistamalla laitteiden käyttö terveellä kädellä (De Luca, ym. 2017; Faria, ym. 2016; Claessen, ym. 2016; Ogourtsova, ym. 2015; Pedroli, ym. 2015; Tobler-Amman, ym. 2017, Yasuda, ym. 2018) tai avustajan tuella (Kober, ym. 2013).

Tutkimuksiin osallistuneet kokivat virtuaalisen kuntoutuksen pääsääntöisesti mielekkäänä, eikä kuntoutusten keskeytyksiä raportoitu (De Luca, ym. 2017; Faria, ym. 2017; Claessen, ym. 2016; Kober, ym. 2013; Pedroli, ym. 2015; Tobler-Amman,

ym. 2017, Yasuda, ym. 2018). Yhdessä tutkimuksessa arvioitiin erikseen virtuaalitodellisuuteen perustuvien menetelmien ominaisuuksia kuntoutusmotivaation luomisessa (Tobler-Amman, ym. 2017). Tutkijat toteavat, että palautetieto ja mahdollisuus lisätä tehtävien vaikeusastetta kuntoutumisen edistyessä ei yksinomaan riittänyt ylläpitämään kiinnostusta tehtäviin pitkän kuntoutusjakson aikana (Tobler-Amman, ym. 2017). Sovelluksilta toivottiin vaihtelevuutta ja monipuolisuutta lisäämään motivaatiota ja tukemaan kuntoutuksen yksilöllistä toteutusta (Tobler-Amman, ym. 2017). Virtuaalilasien käyttöön tai liikkuvien kohteiden seuraamiseen liittyviä haittavaikutuksia raportoitiin vain yksittäisissä tapauksissa (Claessen, ym. 2016; Ogourtsova, ym. 2015; Pedroli, ym. 2015; Tobler-Amman, ym. 2018). Istuntojen pitäminen lyhyinä, noin 20 – 30 minuutin kestoisina, voi auttaa ehkäisemään virtuaalisessa ympäristössä toimimisesta aiheutuvaa huonovointisuutta (Pedroli, ym. 2015; Tobler-Amman, ym. 2017).

Kuntoutuksen vaikutukset

Aineiston kahdessa tutkimuksessa vertailtiin virtuaalisten menetelmien ja perinteisen kuntoutuksen vaikuttavuutta (Faria, ym. 2016; Ogourtsova, ym. 2015). Faria, ym. (2016) toteavat satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessaan virtuaalitodellisuutta hyödyntävän kuntoutuksen voivan edistää aivoverenkiertohäiriöpotilaiden toimimista perinteisiä menetelmiä tehokkaammin. Koe- ja kontrolliryhmän välinen analyysi osoitti yleisen kognitiivisen toimintakyvyn, tarkkaavuuden sekä toiminnanohjauksen osalta merkittävästi parempia tuloksia virtuaalitodellisuuteen pohjautuvan kuntoutuksen eduksi verrattaessa sitä tavanomaiseen kuntoutukseen (ACE-Total, MMSE, ACE-Attention, ACE-Fluency). Koeryhmän sisäisessä vertailussa neuropsykologisen seurantatutkimuksen tulokset

osoittivat lähtötilanteeseen nähden tilastollisesti merkitsevää palautumista visuospatiaalisia taitoja, toiminnanohjausta, muistia ja tarkkaavuutta mittaavissa tehtävissä (ACE-Total, ACE-Attention, ACE-Memory, ACE-Visuospatial, MMSE, WAIS Picture Arrangement)(Faria, ym. 2016). Lisäksi koehenkilöt raportoivat kyselylomakkeella (SIS) myönteisiä vaikutuksia mielialaan, sosiaaliseen osallistumiseen ja itsenäiseen selviytymiseen. Perinteistä kuntoutusta saaneet verrokkit raportoivat kyselylomakkeella (SIS) muistioireiden lievittymistä sekä kielellisten taitojen ja sosiaalisen osallistumisen kohenemistä, mutta neuropsykologisilla testimenetelmillä arvioituna kognitiivisessa suoriutumisessa ei ollut havaittavissa merkitsevää muutosta alkutilanteeseen verrattuna.

Ogourtsova, ym. (2015) kokosivat systemaattisessa katsauksessaan kuuden neglect-oireen kuntoutuksessa virtuaalitodellisuutta hyödyntäneen tutkimuksen tulokset. Tutkijat totesivat, että virtuaalinen useita aisteja ja kehon halvaantunutta puolta stimuloiva kuntoutus voi lievittää visuospatiaalisia neglect-oireita perinteistä kuntoutusta tehokkaammin. Virtuaalitodellisuuden käyttö voi myös kohentaa neglect-oireisen potilaan toiminnallista itsenäistä selviytymistä paremmin kuin tavanomainen visuaalinen etsintäharjoittelu. Virtuaalinen kadunylitystehtävä ei osoittautunut vaikuttavammaksi kuin tietokoneen visuaaliset etsintäharjoitukset kadunylitystaitojen kuntoutuksessa. Näyttöä ei ollut myöskään siitä, että virtuaalinen simuloitu pyörätuolilla liikkuminen ja törmäysten välttelytehtävä olisi tehokkaampaa kuin perinteinen kuntoutus pyörätuolilla liikkumisen edistämiseksi. Kaksoistehtävä virtuaalisen ajosimuloinnin aikana ei osoittautunut vaikuttavammaksi visuospatiaalisen neglectin kuntoutuksessa kuin harjoittelu yksinomaan ajosimulaatiotehtävää käyttämällä. Edellä mainituissa tutkimuksissa sekä koettu kontrolliryhmillä neglect-oireet kuitenkin lievittyivät tilastollisesti merkitsevästi kuntoutusjakson aikana.

Myös aineiston neljässä muussa visuospatiaalisen neglectin virtuaalista kuntoutusta käsittelevässä tutkimuksessa raportoitiin myönteisiä vaikutuksia (De Luca, ym. 2017; Pedrolin, ym., 2015; Tobler-Amman, ym. 2017; Yasuda, ym. 2018). De Luca, ym. (2017) toteavat tapaustutkimuksessaan koehenkilöllä kuntoutusjakson jälkeen neglect-oireiden lievittymistä siten, että perinteisissä neglect-testeissä (Line crossing, Letter cancellation ja Precsanning) poisjättövirheet vähenivät tilastollisesti merkitsevästi. Lisäksi herätepotentiaalimittauksessa aivokuoren aktiivisuus lisääntyi tilastollisesti merkitsevästi vasemmalle ärsykkeisiin reagoinnissa kuntoutusjakson aikana. Kuntoutus edisti myös vartalon hallintaa sekä lievitti potilaan mielialaoireita, mutta erot ennen ja jälkeen intervention tehdyissä tutkimuksissa eivät olleet merkitseviä. Toisessa tapaustutkimuksessa (Yasuda, ym. 2018) kuusi viikkoa intervention jälkeen tehdyssä seurantatutkimuksessa koehenkilön tekemien poisjättövirheiden määrä oli vähentynyt neglect-oireen arvioimiseen käytetyissä tehtävässä (Line cancellation) sekä lähietäisyydellä (58 % -> 36 %), mutta erityisesti kaukana esitettyjen kohteiden havaitsemista mittaavissa tehtävissä (83 % -> 19 %). Sen sijaan jokapäiväistä toimintakykyä arvioivan havainnointiin perustuvan CBS-asteikon pistemäärässä ei havaittu muutoksia.

Tobler-Amman, ym. (2017) havaitsivat osallistujilla kognitiivisen suoriutuminen kohenemista ryhmätasolla kielellisiä taitoja, muistia, visuospatiaalista havaitsemista ja visuokonstruktiivisia toimintoja mittaavissa tehtävissä (ZuMax) intervention jälkeen, mutta tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Sen sijaan klassisissa neglect-testeissä (NET) virheiden määrä väheni tilastollisesti merkitsevästi virtuaalitodellisuuden perustuvan intervention jälkeen.

Virtuaalitodellisuuteen perustuvan kuntoutuksen havaittiin edistävän ympäristössä suuntaamisen valmiuksia jo lyhyen inter-

vention aikana (Claessen, ym. 2016; Kober, ym. 2013). Kober, ym. (2013) raportoi-
vat kognitiivista toimintakykyä arvioivien
testitulosten kohenemista sekä potilasryh-
mällä että terveillä verrokeilla. Koeryhmän
tulokset paranivat kuitenkin verrokkeja
enemmän ja useammassa osatestissä.
Muutokset olivat alkutilanteeseen verrat-
tuna tilastollisesti merkitseviä visuospatiaa-
lista muistia, mentaalista rotaatiota sekä
yleistä kognitiivista toimintakykyä mittaa-
vassa tehtävissä (Benton Test, LVT,
LPS50+). Terveet verrokkit suoriutuivat al-
kumittauksista paremmin visuospatiaalista
muistia edellyttävissä tehtävissä (Benton
Test) ja virtuaalisissa navigointitehtävissä.
Myönteisiä tuloksia saatiin myös toisessa
navigointiharjoittelua sisältäneessä tutki-
muksessa, jossa kuntoutuksen vaikutta-
vuutta arvioitiin virtuaalisella tehtäväsar-
jalla (Claessen, ym. 2016). Alkumittauk-
sessa koehenkilöillä yksilötasolla esiinty-
neen tulosten suuren vaihtelun vuoksi ryh-
mätason tilastollisia analyysejä ei suori-
tettu.

POHDINTA JA PÄÄTELMÄT

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli syste-
maattisen kirjallisuuskatsauksen keinoin
arvioida virtuaalitodellisuutta hyödyntävien
kuntoutusmenetelmien käyttöä aivoveren-
kiertohäiriöiden jälkeen esiintyvien visuo-
spatialisten häiriöiden kuntoutuksessa
sekä selvittää kuntoutuksen vaikutuksia.
Katsaus perustui kahdeksaan tutkimusjul-
kaisuun, joista yksi oli metodologisesti laa-
dultaan korkeatasoinen, kuusi kohtalaista
ja yksi tutkimuksista oli heikkotasoinen.
Tutkimukset olivat monin tavoin epäyhte-
näisiä, mikä vaikeuttaa tulosten vertailua.
Metodologisen laadun ja tutkimusasetel-
man lisäksi vaihtelua oli interventioissa,
teknologioissa sekä lähtötilanteen, kuntou-
tuksen vaikutusten arviointiin ja tulosten ti-
lastolliseen analyysiin käytetyissä menetel-
missä. Tutkimukset oli toteutettu usein il-
man kontrolliryhmää, joten virtuaalisen

kuntoutuksen vaikutukseen liittyvien tekijöi-
den tunnistaminen ja arviointi luotettavasti
on vaikeaa. Lisäksi otoskoot olivat pieniä,
mikä voi lisätä kuntoutuksen vaikutusta ku-
vaavien tilastollisten tunnuslukujen epä-
tarkkuutta ja vaikuttaa tulosten yleistettä-
vyyteen (Honkanen, ym. 2012).

Tutkimusten tulokset olivat kuitenkin sa-
mansuuntaisia ja osoittavat, että virtuaalito-
dellisuutta hyödyntävillä menetelmillä voi-
daan lievittää visuospatiaalisia häiriöitä ai-
voverenkiertohäiriön jälkeen varhaisvai-
heen sekä kroonisen vaiheen kuntoutuksessa.
Visuospatialisten taitojen lisäksi jor-
kapäiväisiä toimintoja jäljittelevien tehtä-
vien suorittaminen sekä navigointiharjoit-
telu vahvistivat muita kognitiivisia toiminta-
alueita, kuten tarkkaavuutta, toiminnanoh-
jausta, muistitoimintoja ja yleistä kognitiiv-
ista toimintakykyä (Faria, ym. 2016; Ko-
ber, ym. 2013; Tobler-Amman, ym. 2017).
Aivoverenkiertohäiriön sairastaneiden li-
säksi kuntoutuksesta hyötyivät myös terveet
ikäntyneet (Kober, ym. 2013), mikä
tukee aikaisempia havaintoja visuospatialis-
ten taitojen muovautuvuudesta harjoitte-
lun avulla (Uttal, ym. 2013). Kuten useissa
aiemmissä visuospatialisten häiriöiden
kuntoutusta koskevissa tutkimuksissa
(Azouvi, ym. 2017; Bowen, ym. 2013), kun-
toutuksen vaikutuksista toiminnalliseen
haittaan saatiin ristiriitaisia tuloksia. Kah-
dessa tutkimuksessa interventioiden todet-
tiin kohentavan potilaiden itsenäistä selviy-
tymistä (Ogourtsova, ym. 2015; Faria, ym.
2017). Sen sijaan yhdessä tutkimuksessa
kuntoutuksella ei havaittu vaikutusta jor-
kapäiväisiin toimintoihin (Yasuda, ym. 2018).
Kyseisessä tutkimuksessa virtuaalinen
kuntoutus perustui kuitenkin pelkistettyyn
virtuaaliseen ympäristöön ja luonteeltaan
abstrakteihin tehtäviin, joilla oli vain vähän
kosketusta todellisen ympäristön vaatimus-
ten kanssa.

Visuospatialisten häiriöiden neuropsyko-
loginen kuntoutus on perustunut suurelta
osin erilaisiin kynä- ja paperitehtäviin kos-
ketusetäisyydellä olevassa tilassa (Azouvi,

ym. 2017; Cicerone, ym. 2005; Rohling, ym. 2009; Proto, ym. 2009). Toisin kuin perinteisessä kuntoutuksessa virtuaalitodellisuuden avulla kuntoutustilanteisiin voidaan tuoda myös kaukana olevia sekä havaittajan sijainnista riippumattomia muuttuvia kohteita, joiden kognitiivista prosessointia visuospatiaaliset häiriöt usein heikentävät ja joita perinteiset kuntoutusmenetelmät eivät tavoita riittävästi (Azouvi, ym. 2017; Chrastill, 2013; Cogne, ym. 2018; Trojano, ym. 2018). Huolimatta virtuaalitodellisuuden mahdollisuuksista ja viimeisen kymmenen vuoden aikana tapahtuneesta teknologian kehityksestä, virtuaalitodellisuuden kliiniseen käyttöön liittyy kuitenkin haasteita. Aineistoon valikoituneiden tutkimusten perusteella virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen edellyttää edelleen kuntouttajalta paljon aktiivista osallistumista sekä teknologian osaamista, eivätkä laitteistot ole aina helppokäyttöisiä potilaiden kannalta (Claessen, ym. 2016; Kober, ym. 2013; Ogoursova, ym. 2015; Pedroli, ym. 2015; Tobler-Amman, ym. 2017). Kirjallisuushaku osoitti aiheeseen liittyvän tutkimustiedon olevan vielä vähäistä. Tämä vaikuttaa kuntoutukseen soveltuvien virtuaalisten menetelmien kehittämiseen ja kliinisten sovellusten valintaan. Teoreettista tietoa on toistaiseksi rajallisesti muun muassa virtuaaliympäristössä läsnäolon tunteen syvyyden, tehtävien todentuntuisuuden tai palautteen antotavan merkityksestä kuntoutuksen vaikuttavuuteen (Rose, ym. 2018; Massetti, ym. 2018). Aineistoon valikoituneiden tutkimusten menetelmissä esiintyi runsaasti vaihtelua edellä mainittujen ominaisuuksien suhteen, mikä osoittaa omalta osaltaan taustalla teoreettisen tiedon kypsyttömyyttä. Lisäksi virtuaalisen kuntoutuksen toteutuksessa visuospatiaalisten oireiden monimuotoisuuteen oli kiinnitetty vähän huomiota. Kyseisiä tekijöitä olisi hyvä syventyä tarkastelemaan aihetta koskevissa jatkotutkimuksissa.

Toteutettuun systemaattiseen katsaukseen liittyy rajoitteita. Katsauksen kirjallisuushaku tehtiin useita elektronisia tietokantoja

ja hakutermejä käyttämällä, jonka vuoksi haku tuotti runsaasti viitteitä. Tarkempien rajausten käyttö aineiston tunnistamisvaiheessa olisi vähentänyt karsittavien julkaisujen määrää sekä vahvistanut kirjallisuushaun järjestelmällisyyttä. Vähintään kahden arvioitsijan toimesta itsenäisesti suoritettu aineiston valinta, tietojen uuttaminen sekä tutkimusten metodologisen laadun arviointi olisi lisännyt tutkimuksen luotettavuutta, mutta tätä ei ollut mahdollista toteuttaa opinnäytetyön laajuus, resurssit ja ajankäyttö huomioiden. Sisäänottokriteerit rajattiin englannin- ja suomenkielellä julkaistuihin tutkimuksiin. Lisäksi kokotekstin tuli olla saatavilla maksutta, jonka vuoksi aineistosta suljettiin pois viisi tutkimusta. Siten kaikki aiheen kannalta tärkeät tutkimukset eivät välttämättä ole mukana aineistossa. Lisäksi julkaisuharhan sisältyminen on mahdollista, sillä aineisto perustui etukäteen rekisteröimättömiin tutkimuksiin, joista usea oli uusien menetelmien käyttöä kuvaavia pilottitutkimuksia. Kyseiset rajoitteet sekä edellä mainitut metodologiset seikat huomioiden toteutetun järjestelmällisen katsauksen tuloksia voidaan pitää lähinnä viitteellisiä.

Johtopäätöksenä todetaan virtuaalitodellisuuden perustuvien menetelmien olevan uusi kuntoutusmuoto, joka tavanomaiseen kuntoutuksen rinnalla voi edistää aivoverenkierron häiriön jälkeen visuospatiaalisista oireista toipumista tehokkaammin kuin yksinomaan toteutettu perinteinen kuntoutus. Virtuaalitodellisuuden avulla on mahdollista kehittää menetelmiä niiden visuospatiaalisten häiriöiden kuntoutukseseen, joihin tehokkaita neuropsykologisen kuntoutuksen välineitä ei ole toistaiseksi ollut saatavilla. Virtuaalitodellisuutta hyödyntävän kuntoutuksen käyttöönottoa rajoittaa aiheeseen liittyvän tutkimustiedon vähäisyys sekä soveltuvien ohjelmistojen ja laitteistojen vaikea saatavuus. Jatkossa tarvitaan laajemmilla aineistoilla tehtyjä satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia virtu-

aalisen kuntoutuksen vaikuttavuuden arvioimiseksi sekä virtuaalitodellisuuden kuntuttavien ominaisuuksien selvittämiseksi.

Riitta Eklund

Helsingin yliopisto

LÄHTEET

- Aivoinfarkti ja TIA. Käypä hoito –suositus (2016). Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologinen yhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, (viitattu 25.2.2019). Saatavilla internetissä: www.kaypahoito.fi
- Anelli, F., Avanzi, F., Damora, A., Mancuso, M. & Frassinetti, F. (2019). Mental time travel and functional daily life activities in neglect patients: Recovery effects of rehabilitation by prism adaptation. *Cortex* 113, 141-155.
- Azouvi, P., Jacquin-Courtois, S. & Luaté, J. (2017). Rehabilitation of unilateral neglect: Evidence based medicine. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 60(3), 191-197
- Bowen, A., Hazelton, C., Pollock, A. & Lincoln, N.B. (2013). Cognitive rehabilitation for spatial neglect following stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 1(7). Doi: 10.1002/14651858.
- Cicerone K.D., Dahlberg, C., Malec, J.F., Langenbahn, D.M. Felicetti, T. Kneipp, S.,... Catanese, J.(2005). Evidence-based cognitive rehabilitation: updated review of the literature from 1998 through 2002. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(8), 1681-92.
- Chrastill, E. (2013). Neural evidence supports a novel framework for spatial navigation. *Psychonomic Bulletin & Review*. 20(2), 208-227.
- Claessen, M.H., van der Ham, I.J., Jagersma, E. & Visser-Meily, J.M.(2016). Navigation strategy training using virtual reality in six chronic stroke patients: A novel and explorative approach to the rehabilitation of navigation impairment. *Neuropsychological Rehabil.* 26(5-6), 822-846.
- Cumming, T., Brodtmann, A., Darby, D. & Bernhardt, J. (2014). The importance of cognition to quality of life after stroke. *Journal of Psychosomatic Research*, 77(5), 374-379.
- De Luca, R., Lo Buono, V., Leo, A., Russo, M., Aragona, B. Leonardi, S.,... Calabrò, R.S. (2017). Use of virtual reality in improving post-stroke neglect: Promising neuropsychological findings from a case study. *Appl Neuropsychol Adult*, 22(1-5), 165-184.
- Faria, A.L., Andrade, A., Soares, L. & Badia, S.B. (2016). Benefits of virtual reality based cognitive rehabilitation through simulated activities of daily living: a randomized controlled trial with stroke patients. *Journal on Neuroengineering and Rehabilitation*, 13(1). Doi: 10.1186/s12984-016-0204-z.
- Garret, B., Taverner, T., Gromala, D., Tao, G., Cordingley, E. & Sun, C.(2018). Virtual reality clinical research: Promises and Challenges. *JMIR Serious Games*, 6(4), <http://games.jmir.org/2018/4/e10839/>
- Cogné, M., Taillade, M., N’Kaoua, B., Tarruella, A., Klinger, E., Larrue, F., Sauzéon, Joseph, P-A., Sorita, E. (2017). The contribution of virtual reality to the diagnosis of spatial navigation disorders and to the study the role of navigational aids: A systematic literature review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 60, 164-176.
- Honkanen, M., Komulainen, J., Lamberg, T., Lepistö, M., Lodenius, L., Sipilä, R.,... Vainikainen T. (2012). Hoitosuositusryhmien käsikirja. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Helsinki: Duodecim.
- Jehkonen, M., Laihosalo, M., & Kettunen, J. (2006). Impact of neglect on functional outcome after stroke: a review of methodological issues and recent research findings. *Restorative Neurological Neuroscience*, 24, 209-215.
- Kober, S.E., Wood, G., Hofer, D., Kreuzig, W., Kiefer, M. & Neuer, C. (2013). Virtual reality in neurologic rehabilitation of spatial disorientation. *Journal of Neuroengineering & Rehabilitation*, 10:17. Doi:10.1186/1743-0003-10-17.
- Massetti, T., da Silva, T.D., Crocetta, T.B., Guarnieri, R., de Freitas, B.L., Lopes, P.B.,... de Mello Monteiro, C.B (2018). The Clinical Utility of Virtual Reality in Neurorehabilitation: A Systematic Review. *Journal of Central Nervous System Disease*, 10, 1-18.
- Nukari, J., Poutiainen, E., Nybo, T., Hämäläinen, P. & Kalska, H. (2012). Neuropsykologisen kuntoutuksen vaikuttavuus. *Psykologia*, 47(3), 182-202.
- Ogourtsova, T., Souza Silva, W., Archambault, P.S. & Lamontagne, A. (2015). Virtual treatment and assessment for post-stroke unilateral spatial neglect: A systematic literature review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 27(3), 409-454.
- Pedroli, E., Serino, S., Cipresso, P., Pallavicini, F. & Riva, G. (2015). Assessment and rehabilitation of neglect using virtual reality: A systematic review. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9:226. Doi:10.3389/fnbeh.2015.00226.
- Proto, D., Russell D. Pella, R.D., B.D. Hill, B.D. & Gouvier, W.D. (2009). Assessment and rehabilitation of acquired visuospatial and proprioceptive deficits associated with visuospatial neglect. *NeuroRehabilitation* 24, 145-157.
- Ringman, J. M., Saver, J.L., Woolson, R.F., Clarke, W.R. & Adams, H.P. (2004). Frequency, risk factors, anatomy, and course of unilateral neglect in an acute stroke cohort. *Neurology*, 10:63(3), 468-474.

- Rode, G., Pagliari, C., Huchon, L., Rossetti, Y. & Pisella, L. (2016). Semiology of neglect: An update. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 60, 177-185.
- Rohling, M. L., Faust, M. E., Beverly, B. & Demakis, G. (2009). Effectiveness of cognitive rehabilitation following acquired brain injury: A meta-analytic re-examination of Cicerone et al.'s (2000, 2005) systematic reviews. *Neuropsychology*, 23(1), 20-39.
- Rose, F.D., Brooks, B.M. & Rizzo, A.A. (2005). Virtual reality in brain damage rehabilitation: review. *Cyberpsychol Behav.* 8(3), 20-39.
- Rose, T., Nam, C.S. & Chen, K.B. (2018). Immersion of virtual reality for rehabilitation – Review. *Applied Ergonomics*, 69, 153-161.
- Salminen, A-L., Heiskanen, T., Hiekkala, S., Naamanka, J., Stenberg, J-H. & Vuonovirta, T. (2016). Etäkuntoutuksen ja siihen läheisesti liittyvien termien määrittelyä. Raportissa A-L. Salminen, S. Hiekkala & J-H Stenberg (toim.), Etäkuntoutus (s. 11-18). Helsinki: Kelan tutkimus.
- Shea, B.J., Reeves, B.C., Wells, G., Thuku, M., Hamel, C., Moran, J.,...Henry D.A. (2017). AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*, 358. Doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.j4008>
- SIGN (2015). Notes on the use of methodology checklist 3: Cohort studies. <https://www.sign.ac.uk/sign-50.html>
- The Joanna Briggs Institute (2017). Critical appraisal tools. <http://joannabriggs.org/research/critical-appraisal-tools.html>
- Tobler-Ammann, B.C., Surer, E., de Bruin, E.D., Rabuffetti, M., Borghese, N.A., Mainetti, P., Pirovano, M., Wittwer, L. & Knols, R.H. (2017). Exergames encouraging exploration of hemineglected space in stroke patients with visuospatial neglect: a feasibility study. *JMIR Serious Games*, 5(3), 1-18.
- Tsirlin, I., Dupierre, E., Chokron, S., Coquillart, S. & Ohlman, T. (2009). Uses of Virtual Reality for Diagnosis, Rehabilitation and Study of Unilateral Spatial Neglect: Review and Analysis. *Cyberpsychology & Behavior*, 12(2), 174-181.
- Turunen, K.E.A., Laari, S.P.K., Kauranen, T.V., Uimonen, J., Mustanoja, S., Tatlisumak, T. & Poutiainen, E. (2018). Domain-specific cognitive Recovery after first-ever stroke: A 2-year follow up. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 24, 117-127.
- Trojano, L., Siciliano M, Cristinzio, C. & Grossi, C. (2018). Exploring visuospatial abilities and their contribution to constructional abilities and non-verbal intelligence. *Applied Neuropsychology: Adult*, 25(2), 166-173.
- Uttal, D.H., Meadow, N.G., Tioton, E., Hand, L.L., Alden, A.R. & Warren, C. (2013). The malleability of spatial skills: A Meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352-402.
- Varilo, V. (2017). Virtuaalitodellisuuden käyttö aivoverenkierron häiriön jälkeen esiintyvän neglectoireen kuntoutuksessa. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Fysioterapian koulutusohjelma. Opinäytetyö.
- Yasuda, K., Muroi, D., Hirano, M., Saichi, K. & Iwata, H. (2018). Differing effects of an immersive virtual reality program on unilateral spatial neglect on activities of daily living. *BMJ Case Rep.* Doi:10.1136/bcr-2017-222860.

LIITE 1. Hakusanat ja strategia

Virtual reality and	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	Yht.
Cochrane Library		0	2	0	4	1	11	7	21	1	16	34	102
PsycINFO	1	11	7	6	4	2	123	47	166	3	500	306	1176
Ovid Medline	137	0	9	10	3	5	108	9	14	7	14	271	587
PubMed	28	1	20	158	28	10	200	20	242	24	501	614	1846
Yht.	171	12	38	174	39	18	442	83	443	35	1031	1225	3711
Poistettu päällekkäiset viitteet, ennen vuotta 2013 tehdyt tutkimukset ja julkaisut, jotka eivät käsittele neuropsykologista kuntoutusta													3680
Suljettu pois sisääntokriteerien perusteella													24
Jatkotarkasteluun valitut													7
Manuaalinen haku, aineistoon lisätty													1
Valittuja julkaisuja yhteensä													8

Hakusanat: Virtual reality AND 1) perceptual disorders, 2) perceptual disturbances, 3) unilateral spatial neglect, 4) hemispatial neglect; 5) visual neglect, 6) visuospatial neglect, 7) spatial navigation, 8) visuospatial ability, 9) spatial ability, 10) topographic disorientation, 11) spatial perception, 12) visual perception

LIITE 2. Poissuljetut tutkimukset ja syy

Tutkimus	Poissulkukriteeri
1. Cipresso, P., Serino, S., Pedroli, E., Gaggioli, A. & Riva, G. (2014). A virtual reality platform for assessment and rehabilitation of neglect using a kinect. <i>Studies in Health Technology & Informatics</i> , 196, 66-68.	Kokoteksti ei saatavilla maksutta
2. Cohen, C., Cheryl, A. & Hegarty, M. (2014). Visualising cross sections: Training spatial thinking using interactive animations and virtual objects. <i>Learning and Individual Differences</i> , 33, 63-71.	Muu koehenkilöryhmä kuin aivoverenkiertohäiriöpotilaat
3. Fasotti, L. & Kessel, M.(2013). Novel insights in the rehabilitation of neglect. <i>Front Hum Neurosci.</i> , 15: 7:780. doi: 10.3389/fnhum.2013.00780.	Lyhyt raportti/muu kuin interventiotutkimus
4. Fordell, H., Bodin, K., Eklund, A. & Malm,J. (2016). RehAtt – scanning training for neglect enhanced by multi-sensory stimulation in Virtual Reality. <i>Topics in Stroke Rehabilitation</i> , 23(3),191-199.	Kokoteksti ei saatavilla maksutta
5. Gamito, P., Oliveira, J., Santos, N., Pachero, J., Morais, D., Saraiva, T., Soeres, F., Mayor, C.S. & Barata, A.F. (2014). Virtual exercises to promote cognitive recovery in stroke patients: the comparison between head mounted displays versus screen exposure methods. <i>International journal on disability and human development</i> , 13(3), 337 Online Publication Date: 2015.	Kokoteksti ei saatavilla maksutta
6. Gorsic, M., Cikajlo, I. & Novak, D., 2017Gorsic, M., Cikajlo, I. & Novak, D (2017). Competitive and cooperative arm rehabilitation games played by a patient and unimpaired person: effects on motivation and exercise intensity. <i>Journal of Neuroengineering and Rehabilitation</i> , 14(1):23.	Muu koehenkilöryhmä kuin aivoverenkiertohäiriöpotilaat/tutkimus käsittelee muiden kuin visuospatiaalisten häiriöiden neuropsykologista kuntoutusta
7. Grewe, P., Koshik, A., Flentge, D., Dyck, E., Botsch, M., Winter, Y...& Piefke, M. (2013). Learning real-life cognitive abilities in a novel 360 –virtual reality supermarket: a neuropsychological study of healthy participants and patients with epilepsy. <i>J Neuroeng Rehabil</i> 23(10):42. Doi: 10.1186/1743-0003-10-42.	Muu koehenkilöryhmä kuin aivoverenkiertohäiriöpotilaat (Jatkuu)

8. Hill, N.T., Mowszowski, L., Naismith, S.L., Chadwick, V.L., Valenzuela, M. & Lampit, A. (2017). Computerized cognitive training in older adults with mild cognitive impairment or dementia: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Psychiatry*, 174(4), 329-340.
9. Jonsdottir, J., Bertoni R, Lawo M, Montesano A, Bowman T, Gabrielli S. (2017). Serious games for arm rehabilitation of persons with multiple sclerosis. A randomized controlled pilot study. *Mult Scler Relat Disord.*, 28(19), 25-29.
10. van Kessel, M.E., Geurts, A.C.H, Rrouwer, W.H. & Fasotti, L. (2013). Visual scanning training for neglect after stroke with and without a computerized lane tracking dual task. *Front. Hum. Neurosci.*, 10 (7):358. Doi: 10.3389/fnhum.2013.00358.
11. Klinke, M.E. Hafsteinsdottir, T.B., Hjaltason, H. & Jonsdottir, H. (2015). Ward-based interventions for patients with hemispatial neglect in stroke rehabilitation: a systematic literature review. *International journal of Nursing Studies*, 52(8), 1375-1403.
12. Lisa, L.P., Jugheters, A. & Kerechofs, E. (2013). The effectiveness of treatment modalities for the rehabilitation of unilateral neglect in stroke patients: a systematic review. *Neurorehabilitation*, 33(4), 611-620
13. Marusic, U., Kavcic, V., Giordani, B., Gerzevic, M., Meeusen, R. & Pisot, R. (2015). Computerized spatial navigation training during 14 days of bed rest in healthy alder adult men: effect on gait performance. *Psychology and Aging*, 30 (2), 334-340.
14. Metin, O.B., Dogan, A.M., Cuhadaroglu, C.F. Nagipoglu, Y.GF., Kose, D.B. & Ozgirgin, N. (2013). The effect of virtual reality therapy on psychological adaptation in children with cerebral palsy. *Neuropsikiyatri arsi* 50 (1), 70-74.
15. O'neil, R.L., Skeel, R.L., & Ustinova, K.L. (2013) Cognitive ability predicts motor learning on a virtual reality game in patients with TBI. *Neurorehabilitation*, 33(4), 667-680.
- Muu koehenkilöryhmä kuin aivoverenkierto-häiriöpotilaat
- Muu koehenkilöryhmä kuin aivoverenkiertohäiriöpotilaat/tutkimus käsittelee muiden kuin visuospatiaalisten häiriöiden neuropsykologista kuntoutusta
- Tutkimus sisältyy aineistoon valittuihin järjestelmällisiin katsauksiin
- Katsaus, jonka virtuaalitodellisuuden käyttöä koskevat tutkimukset sisältyvät aineistoon valittuihin järjestelmällisiin katsauksiin, valittu kaksi uusinta
- Katsaus, jonka virtuaalitodellisuuden käyttöä hyödyntävät tutkimukset ovat mukana aineistoon valituissa kahdessa uudemmassa järjestelmällisessä katsauksessa, valittu kaksi uusinta. Kokoteksti ei saatavilla maksutta.
- Muu koehenkilöryhmä kuin aivoverenkiertohäiriöpotilaat /tutkimus käsittelee muidenkuin visuospatiaalisten häiriöiden neuropsykologista kuntoutusta
- Kohdeikäryhmä alle 18-vuotiaat /kohderymänä muu kuin AVH-potilaat/tutkimus käsittelee muiden kuin visuospatiaalisten häiriöiden neuropsykologista kuntoutusta
- Muu koehenkilöryhmä kuin aivoverenkiertohäiriöpotilaat/tutkimus käsittelee muidenkuin visuospatiaalisten häiriöiden neuropsykologista kuntoutusta

(Jatkuu)

16. Sedda, A., Borghese, N.A., Ronchetti, M., Mainetti, R., Pasotti, F., Beretta, G. & Bottini, G. (2013). Using virtual reality to rehabilitate neglect. *Behav Neurol.* 96(5), 183-185.
17. Sedda, G., Ottonello, M., Fiabane, E., Pistarini, C., Sedda, A., Sanquineti, V. (2017). Computational rehabilitation of neglect: Using state-space models to understand the recovery mechanisms. *IEEE Int. Conf. Rehabil. Robot.*, 187-192.
18. Serino, S., Pedroli, E., Tuena, C., DeLeo, G., Stramba-Bediale, M., Goulene, K., Mariotti, N.G & Riva, G. (2017). A novel virtual reality –based training protocol for the enhancement of the “mental frame syncing” in the individuals with Alzheimer’s disease. A Development-of-Concept Trial *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9:240. Doi:10.3389/fnagi.2017.00240.
19. Silva, K.G., Freitas, T.B., Doná, F., Gananca, F.F., Ferraz, H.B., Torriani-Pasin, C. & Pompeu, J.E. (2017). Effects of virtual rehabilitation versus conventional physical therapy on postural control, gait, and cognition of patients with Parkinson’s disease: study protocol for a randomized controlled feasibility trial. *Pilot Feasibility Stud.* 6(3):68. Doi: 10.1186/s40814-017-0210-3
20. de la Torre-Luque, A., Valero-Aquayo, L. & de la Rubia-Cuestas, E.J. (2017). Visuospatial orientation learning through virtual reality for people with severe disability. *International Journal of Disability, Development and Education*, 64 (4), pp.420-435.
21. Trojan, J., Diers, M., Fuchs, X., Bach, F., Bekrater-Bodmann, R., Foell, J., Kamping, S... & Flor, H. (2014). An augmented reality home-training system based on the mirror training and imagery approach. *Behav Res Methods*, 46(3), 634-640.
22. Wang, M., & Reid, D., (2013). Using the virtual reality - cognitive rehabilitation approach to improve contextual processing in children with autism. *Scientific World Journal*, 13:716890. Doi: 10.1155/2013/716890.
23. White, P.J. & Moussavi, Z.(2016). Neurocognitive treatment for a patient with Alzheimer’s disease using virtual reality navigational environment. *J.Exp Neurol.* 8(10), 129-135.
24. Yasuda, K., Muroi, D., Ohira, M. & Iwata, H., 2017 Yasuda, K., Muroi, D., Ohira, M. & Iwata, H. (2017). Validation of an immersive virtual reality system for training near and far space neglect in individuals with stroke: a pilot study. , 533-538.
- Tutkimus sisältyy aineistoon valittuihin järjestelmällisiin katsauksiin
- Teoreettinen katsaus, muu kuin interventiotutkimus
- Muu koehenkilöryhmä kuin aivoverenkiertohäiriöpotilaat (jatkuu)
Muu koehenkilöryhmä kuin aivoverenkiertohäiriöpotilaat
- Muu koehenkilöryhmä kuin aivoverenkiertohäiriöpotilaat/ tutkimus käsittelee muiden kuin visuospatiaalisten häiriöiden neuropsykologista kuntoutusta
- Muu koehenkilöryhmä kuin aivoverenkiertohäiriöpotilaat
- Tutkimus käsittelee muiden kuin visuospatiaalisten häiriöiden neuropsykologista kuntoutusta
- Kohdeikäryhmä alle 18-vuotiaat
- Muu koehenkilöryhmä kuin aivoverenkiertohäiriöpotilaat
- Kokoteksti ei saatavilla maksutta

LIITE 3. Tutkimusten metodologisen laadun arviointi**Järjestelmälliset katsaukset**

Tutkimus	Kriteeri toteutuu: kyllä (K), ei (E), osittain (O), ei sovellettavissa (-)																Tutkimuksen laatu
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	
Ogourtsova, ym. 2017	K	O	K	K	E	E	K	K	K	K	-	-	K	K	-	K	Kohtalainen
Pedroli, ym. 2017	K	O	K	K	K	E	E	K	K	K	-	-	K	K	-	K	Heikko

AMSTAR 2: A critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both (Shea, ym. 2017):

1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO? 2. Did the report of the review contain an explicit statement that the review methods were established prior to the conduct of the review and did the report justify any significant deviations from the protocol? 3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review? 4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy? 5. Did the review authors perform study selection in duplicate? 6. Did the review authors perform data extraction in duplicate? 7. Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusions? 8. Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included in the review? 9. Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included in the review? 10. Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review? 11. Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included in the review? 12. If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential impact of RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis? 13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review? 14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review? 15. If they performed quantitative synthesis, did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review? 16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?

Satunnaistetut kontrolloidut tutkimukset:

Tutkimus	Kriteeri toteutuu: kyllä (K), ei (E), epäselvä (?), ei sovellettavissa (-)														Tutkimuksen laatu	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	Yht.		
Faria, ym. 2016	K	K	K	E	E	E	K	K	K	K	K	K	K	K	10/13	Kohtalainen

JBI Checklist for Randomized Controlled Trials:

1. Was true randomization used for assignment of participants to treatment groups? 2. Was allocation treatment groups concealed? 3. Were treatment groups similar at the baseline? 4. Were participants blind to treatment assignment? 5. Were those delivering treatment blind to treatment assignment? 6. Were outcomes assessors blind to treatment assignment? 7. Were treatment groups treated identically other than the intervention of interest? 8. Was follow up complete and if not, were differences between groups in terms of their follow up adequately described and analyzed? 9. Were participants analyzed in the groups to which they were randomized? 10. Were outcomes measured in the same way for treatment groups? 11. Were outcomes measured in a reliable way? 12. Was appropriate statistical analysis used? 13. Was the trial design appropriate, and any deviations from the standard RCT design (individual randomization, parallel groups) accounted for in the conduct and analysis of the trial?

Kvasikokeelliset interventiotutkimukset

Tutkimus	Kriteeri toteutuu: kyllä (K), ei (E), epäselvä (?), ei sovellettavissa (-) Tutkimuksen laatu										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	Yht.	
Claessen, ym. 2016	K	K	?	E	K	K	K	E	E	5/9	Kohtalainen
Kober, ym. 2013	K	K	?	K	K	K	K	K	K	8/9	Korkea
Tobler-amman, ym. 2017	K	K	E	E	K	K	K	K	K	7/9	Kohtalainen

JBIChecklist for Quasi-Experimental Studies (non-randomized experimental studies):

1. Is it clear in the study what is the ‘cause’ and what is the ‘effect’ (i.e. there is no confusion about which variable comes first)? 2. Were the participants included in any comparisons similar? 3. Were the participants included in any comparisons receiving similar treatment/care, other than the exposure or intervention of interest? 4. Was there a control group? 5. Were there multiple measurements of the outcome both pre and post the intervention/exposure? 6. Was follow up complete and if not, were differences between groups in terms of their follow up adequately described and analyzed? 7. Were the outcomes of participants included in any comparisons measured in the same way? 8. Were outcomes measured in a reliable way? 9. Was appropriate statistical analysis used?

Tapaustutkimukset

Tutkimus	Kriteeri toteutuu: kyllä (K), ei (E), epäselvä (?), ei sovellettavissa (-)									Tutkimuksen laatu	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.		Yht.
De Luca, ym. 2017	E	E	K	K	E	K	K	K	K	6/9	Kohtalainen
Yasuda, ym. 2018	K	E	K	K	E	K	K	K	K	7/9	Kohtalainen

JBIChecklist for Case Reports:

1. Were patient’s demographic characteristics clearly described? 2. Was the patient’s history clearly described and presented as a timeline? 3. Was the current clinical condition of the patient on presentation clearly described? 4. Were diagnostic tests or assessment methods and the results clearly described? 5. Was the intervention(s) or treatment procedure(s) clearly described? 6. Was the post-intervention clinical condition clearly described? 7. Were adverse events (harms) or unanticipated events identified and described? 8. Does the case report provide takeaway lessons?