

Vilma Varilo

Virtuaalitodellisuuden käyttö aivoverenkierron häiriön jälkeen esiintyvän neglect-oireen kuntoutuksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti (AMK)

Fysioterapian koulutusohjelma

Opinnäytetyö

27.11.2017

| | |
|--|---|
| Tekijä Otsikko | Vilma Varilo Virtuaalitodellisuuden käyttö aivoverenkierron häiriön jälkeen esiintyvän neglect-oireen kuntoutuksessa |
| Sivumäärä Aika | 36 sivua Syksy 2017 |
| Tutkinto | Fysioterapeutti (AMK) |
| Koulutusohjelma | Fysioterapia |
| Ohjaajat | Fysioterapian lehtori Ulla Härkönen Fysioterapian yliopettaja Anu Valtonen |
| <p>Neglect eli huomiotta jääminen on yleinen aivoverenkierron häiriöön liittyvä tarkkaavuuden häiriö, jossa kyky havaita, orientoitua ja reagoida vaurioon nähden vastakkaisen kehonpuoliskon ja toimintatilan ärsykkeisiin heikentyy. Neglect heikentää arjen toimintakykyä merkittävästi ja ennakoii sen heikkoa palautumista. Virtuaalitodellisuus tarjoaa tarkkaavuuden häiriöiden kliiniseen arviointiin ja kuntoutukseen uudenlaisia vaihtoehtoja tavanomaisten kuntoutusmuotojen rinnalle. Vuorovaikutteinen ja reaaliaikainen harjoittelu virtuaaliympäristössä edistää motorista oppimista tarjoamalla tehtäväkeskeisiä oppimistilanteita, joiden vaikeutta on mahdollista säätää asteittain virtuaalitodellisuuden erilaisten muuttujien ansiosta.</p> <p>Tämän narratiivisen kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli selvittää, millaisia virtuaalitodellisuuden perustuvia menetelmiä on käytetty aivoverenkierron häiriön jälkeen esiintyvän neglect-oireen arvioinnissa ja kuntoutuksessa. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää, millaista vaikuttavuutta virtuaalitodellisuuden perustuvalla kuntoutuksella on neglect-oireen parantamiseen kirjallisuuden perusteella. Kirjallisuushaku tehtiin systemaattisia tiedonhaun menetelmiä soveltaen PubMed- ja Cinahl-tietokantoihin kesällä 2017. Katsaukseen valikoitui lopulta 14 tutkimusta vuosilta 2010–2017, joista yhdeksän käsitteli virtuaalitodellisuuden perustuvia arviointimenetelmiä ja viisi kuntoutusmenetelmiä.</p> <p>Tulosten perusteella ilmeni, että virtuaalitodellisuuden perustuvat neglect-oireen arviointi- ja kuntoutusmenetelmät mahdollistavat intensiivisen tehtäväkeskeisen harjoittelun vaihtelevissa ja helposti hallittavissa olevissa ympäristöissä. Virtuaaliympäristö tarjoaa moniaistimuksellista stimulaatiota vaatien nopeita ja dynaamisia reaktioita ärsykkeisiin muistuttaen luonnollista elinympäristöä. Virtuaaliympäristössä voidaan harjoitella päivittäisiä toimintoja hyödyntäen välitöntä visuaalista, auditiivista ja tuntoaistiin perustuvaa palautetta ja edistää arjen toimintakyvyn palautumista. Erityisesti liikkuvien ärsykkeiden käyttö saattaa edistää neglect-potilaan tarkkaavuuden suuntaamista vaurioon nähden vastakkaiselle puolelle.</p> <p>Katsauksessa selvisi, että virtuaalitodellisuuden perustuvan kuntoutuksen vaikuttavuudesta neglect-oireen parantamiseen ei löytynyt vielä riittävästi tutkimustietoa. Tutkitut menetelmät ovat heikosti vertailtavissa, sillä käytetty laitteisto, arviointimittarit, virtuaaliympäristö ja harjoittelun intensiivisyys vaihtelevat tutkimuskohtaisesti, ja tulosten pysyvyyttä ei ole tutkittu riittävästi. Tutkimustiedon lisääntyessä ja laitteistojen kehitysvaiheen jälkeen lupaavimmat sovellukset valikoitunevat kliiniseen käyttöön, jolloin tutkimusten vertailtavuus ja pitkäaikais tulokset selkiytynevät. Tulevaisuudessa myös selvinnee, millaisia vaikutusmekanismeja eri menetelmillä on kuntoutusprosessin eri vaiheissa ja erilaisten aivovaurioiden yhteydessä.</p> | |
| Avainsanat | virtuaalitodellisuus, aivoverenkiertohäiriö, neglect, kuntoutus |

| | |
|--|--|
| Author Title | Vilma Varilo Virtual reality treatment and assessments for post-stroke neglect rehabilitation |
| Number of Pages Date | 36 pages Fall 2017 |
| Degree | Bachelor of Health Care |
| Degree Programme | Physiotherapy |
| Instructors | Ulla Härkönen, Senior Lecturer Anu Valtonen, Principal Lecturer |
| <p>Neglect is a common stroke related attention deficit disorder which affects awareness of the body on the opposite side to the brain lesion. Neglect deteriorates patient's ability to function normally and predicts poor recovery. Virtual reality offers options for clinical assessment and rehabilitation of neglect which conventional rehabilitation fail to provide. Additionally, virtual reality enables simulated practice of functional tasks in variable and easily manageable environments. Realtime interactive practice in virtual environments improves motor learning by providing task-oriented learning scenarios which are easily controllable due to various factors.</p> <p>The objective of this narrative literature review was to identify existing virtual reality-based treatment and assessment tools utilized for individuals with post-stroke neglect and to investigate the effects of virtual reality rehabilitation for neglect treatment. The literature search was carried out in the Pubmed and the Cinahl databases during the summer of 2017. The dataset of this review consisted of 14 studies reaching from the year 2010 to 2017.</p> <p>Based on the results virtual reality-based treatment and assessment tools enable intensive task-oriented practice in varied and easily controllable environments. Virtual environments provide multisensory stimulation and require dynamic response to stimuli, as in real environment. Users can practice daily activities in virtual environments which provide visual, audio and haptic feedback of their performance. This enhances the recovery of the daily performances. Several studies utilized moving stimuli which may be crucial to modulate patients' visual attention to the opposite side to the brain lesion.</p> <p>This review clarifies that research is insufficient on effectivity of virtual reality based rehabilitation on post-stroke neglect. Furthermore, rehabilitation methods are often incomparable since equipment, assessment metrics, virtual environments and intensity of practice vary between distinct studies, and the repeatability of the results are yet to be proven. Future research should uncover which methods are the most beneficial to neglect patients in various stages of the recovery process and with distinct kinds of brain lesions.</p> | |
| Keywords | virtual reality, stroke, neglect, rehabilitation |

Sisällys

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Virtuaalitodellisuuden käytöstä kuntoutuksessa | 3 |
| 2.1 | Neglect ja siihen liittyvät neuropsykologiset liitännäisoireet | 5 |
| 2.2 | Virtuaalitodellisuuden käyttö neglect-oireen arvioinnissa ja kuntoutuksessa | 5 |
| 3 | Katsauksen tarkoitus ja tavoitteet | 8 |
| 4 | Katsauksen toteutus | 9 |
| 5 | Tulokset | 12 |
| 5.1 | Katsaukseen valitut tutkimukset | 12 |
| 5.2 | Virtuaalitodellisuuden arviointimenetelmät aivoverenkierron häiriön jälkeen esiintyvän neglect-oireen kuntoutuksessa | 20 |
| 5.3 | Virtuaalitodellisuuden kuntoutusmenetelmät aivoverenkierron häiriön jälkeen esiintyvän neglect-oireen kuntoutuksessa | 24 |
| 5.4 | Virtuaalitodellisuuteen perustuvan kuntoutuksen vaikuttavuus neglect-oireen parantamiseen | 28 |
| 6 | Pohdinta | 29 |
| | Lähteet | 34 |

Virtuaalitodellisuuden liittyvien käsitteiden määritelmät

Virtuaalitodellisuus, VT (engl. *virtual reality*) = Tietokoneellisesti tuotetuilla aistimuksilla luotu keinotekoinen maailma, jossa käyttäjä on vuorovaikutuksessa todentuntuisen ympäristön kanssa reaaliaikaisesti (Holden 2005).

Virtuaaliympäristö = Virtuaalitekniikan avulla luotu todellisuutta jäljittelevä ympäristö, joka voi muistuttaa jotakin todellista tai täysin kuvitteellista ympäristöä ja jossa käyttäjä voi liikkua ja toimia reaaliaikaisessa vuorovaikutuksessa (Holden 2005).

Virtuaalitekniikka = Joukko laitteita ja ohjelmistoja, jotka visualisoivat ja muokkaavat digitaalista informaatiota; konkreettisempia esimerkkejä näistä teknologioista ovat virtuaalitodellisuus ja lisätty todellisuus (Gutierrez – Vexo – Thalmann 2008: 71).

Lisätty todellisuus (engl. *augmented reality*) = Virtuaalitodellisuuden ja todellisuuden yhdistämistä viitaten läpikatsottavan näytön kautta tarkasteltavaan näkymään, jossa todelliseen ympäristöön on lisätty tietokoneellisesti tuotettuja aistimuksia (Gutierrez ym. 2008: 117).

Virtuaaliympäristön immersio = Tunne virtuaaliympäristöön ”uppoamisesta”; käyttäjä kokee, reagoi ja tuntee olevansa sisällä tapahtumassa, mihin vaikuttavat virtuaaliympäristön luomiseen käytetyt laitteet ja ohjelmistot sekä ympäristön tarjoamat aistiärsykkeet (Gutierrez ym. 2008: 2).

Läpikatsottava vs. suljettu näyttö = Läpikatsottavan näytön kautta tarkastellaan näkymää, jossa todelliseen ympäristöön on lisätty tietokonegrafiikalla tuotettuja elementtejä. Suljettu näyttö näyttää vain keinotekoisesti tuotetun kuvan. (Gutierrez ym. 2008: 132.)

Head Mounted Display (HMD) -näyttölaitte = Pään asetettava läpikatsottava tai suljettu näyttölaitte, joka antaa käyttäjälleen immersoivan kolmiulotteisen stereotyyppisen näkymän virtuaaliympäristöstä. Tyypillisessä HMD-näyttölaitteessa on molempien silmien edessä pieni näyttö, joka on upotettu silmälaseihin, silmikkoon tai kypärään, ja kytkettynä pään liikkeitä seuraava anturi. (Holden 2005.)

1 Johdanto

Neglect eli huomiotta jääminen on tarkkaavuuden häiriö, jossa kyky havaita, orientoitua ja reagoida vaurioon nähden vastakkaisen kehonpuoliskon ja toimintatilan ärsykkeisiin heikentyy. Neglect liittyy yleisemmin oikean aivopuoliskon vaurioihin ja sen on todettu olevan niissä vaikea-asteisempi kuin vasemman aivopuoliskon vaurioissa. Tutkimuksissa neglectin esiintymisluvut vaihtelevat huomattavasti, mutta oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriöön sairastuneista neglectiä on todettu esiintyvän jopa yli 40 %:lla potilaista (Buxbaum ym. 2004). Neglect esiintyy yleensä muiden neurologisten, neuropsykologisten ja neuropsykiatristen liitännäisoireiden kanssa, joista yleinen aivoverenkiertohäiriöön liittyvä oire on toispuolihalvaus. Kun oireiden tiedostus on puutteellista ja oirekuvaan liittyy vaikea toispuolinen raajahalvaus, neglect vaikuttaa erityisesti itsenäiseen selviytymiseen ja heikentää arjen toimintakyvyn palautumista. (Hokkanen ym. 2014a, Jehkonen – Kettunen – Laihosalo – Saunamäki 2007.)

Virtuaaliodellisuuden perustuva kuntoutus tarjoaa tarkkaavuuden häiriöiden kliiniseen arviointiin ja kuntoutukseen uudenlaisia vaihtoehtoja tavanomaisten kuntoutusmuotojen rinnalle (Schultheis – Rizzo 2002). Virtuaalitekniikan avulla voidaan luoda keinotekoinen maailma, jossa käyttäjä voi liikkua ja toimia reaaliaikaisessa vuorovaikutuksessa todentuntuisen ympäristön kanssa. Virtuaaliodellisuuden perustuva kuntoutus on suhteellisen tuore lähestymistapa, joka mahdollistaa toiminnallisten tehtävien simuloitujen harjoittelun vaihtelevassa ja yllätyksellisessä ympäristössä. Harjoittelu virtuaaliympäristössä edistää kuntoutujan motorista oppimista tarjoamalla tehtäväkeskeisiä oppimistilanteita, joiden vaikeutta on mahdollista säätää asteittain virtuaaliodellisuuden erilaisten muuttujien ansiosta. (Holden 2005, Imam – Jarus 2014.)

Virtuaaliodellisuudella on todettu olevan positiivisia vaikutuksia yläraajan toimintakyvyn ja päivittäisten toimintojen (Laver – George – Thomas – Deutsch – Crotty 2015) sekä kävelynopeuden, tasapainon ja liikkuvuuden (Corbetta – Imeri – Gatti 2015) parantamiseen aivoverenkiertohäiriön jälkeen, kun virtuaaliympäristöä on käytetty tavanomaisen kuntoutuksen lisänä tai kun kuntoutusta on verrattu samaan määrään tavanomaista kuntoutusta. On kuitenkin epäselvää, mitkä virtuaaliodellisuuden erityispiirteet tähän erityisesti vaikuttavat ja ovatko vaikutukset pitkäkestoisia. Huolimatta virtuaaliodellisuuden käytön potentiaalisuudesta myös aivoverenkierron häiriön jälkeen esiintyvän neglect-oi-

reen kuntoutuksessa käytännön haasteet saattavat rajoittaa menetelmien käyttöä kliinissä työssä. Lupaavia uusia virtuaalitodellisuuteen perustuvia menetelmiä on kuitenkin ilmaantunut hiljattain. (Tsirlin – Dupierrix – Chokron – Coquillart – Ohlmann 2009.) Tässä narratiivisessa kirjallisuuskatsauksessa selvitetään systemaattisen tiedonhaun menetelmiä soveltaen, millaisia virtuaalitodellisuuteen perustuvia menetelmiä on käytetty aivoverenkiertohäiriön jälkeen esiintyvän neglect-oireen arvioinnissa ja kuntoutuksessa viime vuosina. Lisäksi tarkoituksena on selvittää, millaista vaikuttavuutta virtuaalitodellisuuteen perustuvalla kuntoutuksella on neglect-oireen parantamiseen kirjallisuuden perusteella.

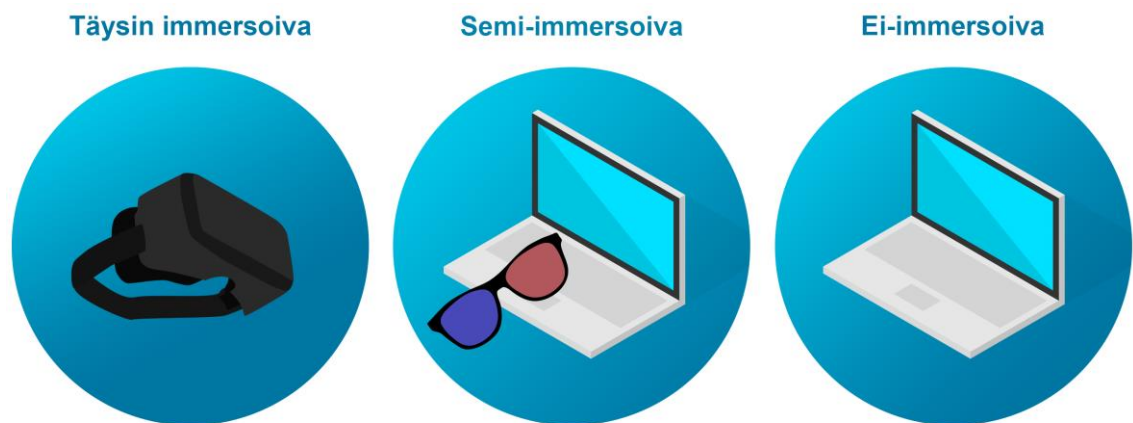
2 Virtuaalitodellisuuden käytöstä kuntoutuksessa

Virtuaalitodellisuus (VT) on tietokoneellisesti tuotetuilla aistimuksilla luotu keinotekoinen maailma, jossa käyttäjä on vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa reaaliaikaisesti. Virtuaalitekniikan avulla voidaan luoda todentuntuinen olemassa oleva tai täysin kuvitteellinen ympäristö, jossa käyttäjä voi liikkua ja toimia. Useimmat virtuaaliympäristöt perustuvat pääasiassa visuaaliseen aistimukseen, joka luodaan tietokoneen näytölle, isolle valkokankaalle tai erityiselle stereoskooppiselle katselulaitteelle. Virtuaaliympäristöt tarjoavat yleensä myös muita aistiärsyksiä, jotka perustuvat esimerkiksi auditiivisiin tai tuntopalautteita tuottaviin aistimuksiin. (Holden 2005.) Virtuaalitodellisuuden luomiseen käytettävät laitteet ja ohjelmistot sekä virtuaaliympäristön tarjoamat aistiärsykkeet vaikuttavat virtuaaliympäristön todentuntuisuuteen ja ympäristöön syventymiseen (Gutierrez ym. 2008: 2).

Virtuaalitodellisuuden avulla kuntoutukseen voidaan saada lisää motivaatiota, toistoja ja vaihtelevuutta. Erilaisten muuttujien ansiosta kuntouttaja voi säätää virtuaaliympäristössä tapahtuvan harjoittelun kuntoutujan tavoitteiden suuntaiseksi ja muokata harjoitteiden vaikeutta asteittain kuntoutujan toimintakyvyn mukaan. Helposti hallinnoitavassa virtuaaliympäristössä on turvallista kokea ja harjoitella päivittäisiä toimintoja ja tosielämän tilanteita, kuten kadunylitystä tai kauppaostosten tekoa. Virtuaalitodellisuuden avulla huomio voidaan myös kiinnittää harjoitettavien taitojen oikeaoppisiin suoritusmalleihin ja näin ollen vähentää ei-toivotuista liikkeistä aiheutuvia häiriöitä. Kuntoutuja voi saada välitöntä palautetta omasta toiminnastaan ja toisaalta kuntouttaja voi saada tarkempaa tietoa esimerkiksi kuntoutujan pään tai silmien liikkeistä virtuaalitekniikan avulla. Videopelaamisella on todettu olevan positiivisia vaikutuksia taitojen parantamiseen etenkin fysioterapiassa ja psykoterapiassa, sillä pelillisuus tekee harjoittelusta haastavampaa ja monipuolistaa sitä. Virtuaalitodellisuuteen perustuvien menetelmien käyttö vaatii kuitenkin aina kuntouttajan läsnäolon ja palautteen, jotta harjoittelu virtuaaliympäristössä toteutuu riittävän tehokkaasti. (Fu – Knutson – Chae 2015, Levac – Galvin 2013.)

Virtuaalitodellisuuteen ”uppoamista” eli immersiota tavoitellaan usein paremmalla tekoälyllä tai todentuntuisemmalla virtuaaliympäristöllä. Virtuaaliympäristöt voidaankin jakotella kolmeen eri luokkaan immersion perusteella: täysin immersoiviin, osittain eli semiimmersoiviin ja ei-immersoiviin virtuaaliympäristöihin. Immersion saavuttaminen vaatii käytettävältä laitteistolta aina enemmän, mutta tekee käyttäjän kokemuksesta myös syvemmän, millä saattaa olla vaikutusta käyttäjän motorisen toimintakyvyn parantumiseen

ainakin terveillä yksilöillä (Fu ym. 2015). Yksinkertaiset laitteistot, kuten tietokoneen näyttöä ja hiirtä hyödyntävät järjestelmät, luovat ei-immersioivia virtuaaliympäristöjä. Ei-immersioivat järjestelmät ovat edullisia, helppokäyttöisiä ja helposti asennettavia, minkä johdosta virtuaaliympäristöön osallistuminen koetaan usein vaivattomaksi. Osittain eli semi-immersioiva laitteisto voi puolestaan koostua esimerkiksi 3D-stereolaseista, isosta valkokankaasta ja projektorista, jonka avulla virtuaaliympäristö heijastetaan näytölle. Semi-immersioivan järjestelmän avulla useampi käyttäjä voi yleensä olla samanaikaisesti vuorovaikutuksessa virtuaaliympäristön kanssa ja suorittaa tehtäviä yhteistyössä. Täysin immersioivia laitteita ovat esimerkiksi virtuaalitodellisuuslasit ja päähän asetettavat Head Mounted Display -näyttölaitteet, joihin kytkettävän seurantalaitteen avulla järjestelmä seuraa pään liikkeitä nopeasti piirtäessään kolmiulotteista näkymää kummallekin silmälle. Täysin immersioivan järjestelmän avulla käyttäjä voidaan eristää kokonaan todellisesta ympäristöstä, mikä lisää virtuaaliympäristön todentuntuisuutta ja tekee kokemuksesta syvemmän. (Gutierrez ym. 2008: 2–3, 131.) Kuviossa 1 on kuvattu immersion jaottelu kolmeen eri luokkaan.



Kuvio 1. Immersion jaottelu kolmeen eri luokkaan.

Immersion lisäksi interaktiivisuus eli vuorovaikutus ympäristön kanssa on yksi virtuaalitodellisuuden avainkohdista. Tämän aikaansaamiseksi tarvitaan myös tiettyjä välineitä ja menetelmiä: esimerkiksi vartalon liikkeet kuvataan kolmiulotteisilla paikkasensoreilla, käden liikkeet jäljitetään datahansikkaalla, kuuloaistimus tuotetaan kolmiulotteisilla äänikuulokkeilla ja katselukulma ja tuntoaistimus toteutetaan ohjaussauvalla. Yleensä vuorovaikutus virtuaaliympäristön kanssa on riittävän monipuolista ja reaaliaikaista, jolloin käyttäjä tuntee olevansa osallisena ja läsnä tapahtumassa. (Gutierrez ym. 2008: 1–4.)

2.1 Neglect ja siihen liittyvät neuropsykologiset liitännäisoireet

Neglectillä eli huomiotta jäämisellä tarkoitetaan kyvyttömyyttä havaita, orientoitua ja reagoida aivoverenkierron häiriöön nähden vastakkaisen kehonpuoliskon ja toimintatilan ärsykkeisiin silloin, kun kyvyttömyys ei johdu liikehäiriöistä tai aistijärjestelmien puutoksista. Tarkkaavuuden kokonaisvaltainen suuntaaminen kehon ja ympäristön molemmille puolille tapahtuu pääasiassa oikean aviopuoliskon alueilla, mutta neglect-oireistoa esiintyy myös vasemman aivopuoliskon vaurioissa, joskin merkittävästi lievempänä ja harvemmin. Vasemmanpuoleisessa neglect-oireistossa huomiotta jääminen koskee vasenta toimintatilaa tai kehon puolta, jolloin tarkkaavuus on suuntautunut oikealta tulevia ärsykeitä kohti. (Hokkanen ym. 2014a, Jehkonen ym. 2007.)

Neglectiä pidetään suunnatun tarkkaavuuden häiriönä, ja se esiintyy yleensä oirekuvana muiden neurologisten, neuropsykologisten ja neuropsykiatristen liitännäisoireiden kanssa. Neurologisista liitännäisoireista yleisimpiä ovat toispuolinen raajahalvaus, toispuolinen näkökenttäpuutos, tuntopuutokset ja dysartria. Useimmiten neglect esiintyy osana laajempaa oikean aivopuoliskon oirekuvaa, jolloin siihen liittyviä tavallisimpia neuropsykologisia häiriöitä ovat visuaalisen etsimisen häiriöt, avaruudellisen (visuospatiaalisen) ja tilasuhteiden (visuokonstruktivisen) hahmottamisen häiriöt, eriaisteiset oireiden tiedostamisen vaikeudet (anosognosia), visuaalisen muistin ja näönvaraisen päättelyn vaikeudet sekä pukeutumisen vaikeus (pukeutumisapraksia). Vaikea-asteinen vasemmanpuoleinen neglect voidaankin todeta havainnoimalla potilaan käyttäytymistä arkirutiineissa: potilas esimerkiksi törmäilee vasemmalla puolella oleviin esineisiin, jättää lukiessa vasemman puolen tekstin huomioimatta ja kirjoittaa paperin oikeaan reunaan. Neglectiin liittyvistä neuropsykiatrisista oireista tavallisimpia ovat emotionaalisen reagoinnin muutokset ja vaikeudet sosiaalisten tilanteiden tulkinnessa. Osana oirekuvaa esiintyy myös yleisiä tarkkaavuuden vaikeuksia sekä toiminnanohjauksen ja säätelyn vaikeuksia. (Hokkanen ym. 2014a, Jehkonen ym. 2007.)

2.2 Virtuaalitodellisuuden käyttö neglect-oireen arvioinnissa ja kuntoutuksessa

Neglect-potilaiden spontaani kuntoutuminen on nopeinta ensimmäisten kuukausien aikana vauriosta ja kuntoutumisen keston arvioidaan vaihtelevan keskimäärin kahdesta kuuteen kuukauteen neglectiin sairastumisesta. Oireiden nopea lievittyminen heti aivoverenkierron häiriön jälkeen saattaa liittyä aivovaurioaluetta ympäröivän ja toimintaa lamaavan aivoödeeman häviämiseen ja aivojen plastisiteettiin eli muovautuvuuteen (Kaste

ym. 2015b). Arviolta puolet neglect-potilaista kuntoutuu vuoden sisällä neglectiin sairastumisesta, mutta kuntoutuminen toteutuu harvoin täydellisesti ja kolmasosalla potilaista oire kroonistuu. Neglectin neuropsykologinen kuntoutus on suositeltu aloitettavaksi mahdollisimman varhain aivoverenkiertohäiriöön sairastumisen jälkeen, joskin myöhemmin aloitetulla intensiivisellä kuntoutuksella voidaan saavuttaa myös positiivisia tuloksia. Toiminnallinen kuntoutuminen saattaa kuitenkin heikentyä pitkällä aikavälillä, sillä kuntoutuksen sisältöön, keston ja tuloksellisuuteen vaikuttaa neglect-potilaan neuropsykologinen kokonaisuirekuva. Laajan oirekuvan ja vajaatoimintojen vuoksi todennäköisesti usean menetelmän hyödyntäminen kuntoutuksessa on tehokkainta, ja tässä saattaa olla virtuaalitodellisuuden perustuvien menetelmien käyttömahdollisuus. (Hokkanen ym. 2014a, Jehkonen – Yliranta – Rasimus – Saunamäki 2013.)

Virtuaalitodellisuuden perustuvilla arviointi- ja kuntoutusmenetelmillä voidaan arvioida neglect-potilaan liikkumista ja toimintaa, mistä on alustavia kokeiluja neglect-diagnostiikassa ja -kuntoutuksessa. Virtuaalitodellisuuden käyttö kuntoutuksessa perustuu monipuoliseen ja motivoivaan harjoitteluympäristöön, jossa yhdistyy runsas sensomotorinen harjoittelu ja adaptiivinen oppiminen (Brochard – Robertson – Medee – Remy-Neris 2010: 684). Tutkimukset ovat osoittaneet lupaavia tuloksia virtuaalitodellisuuden perustuvan kuntoutuksen hyödyistä motoriselle oppimiselle ja uudelleen oppimiselle aivoverenkierron häiriön jälkeen (Imam – Jarus 2014). Neglect-oireistossa tarkkaavuuden suuntaaminen vaurioon nähden vastakkaisen kehonpuoliskon ja toimintatilan ärsykkeisiin heikentyy virtuaaliympäristössä samoin kuin luonnollisessa elinympäristössä. Koska virtuaaliympäristö saadaan muistuttamaan läheisesti potilaan elinympäristöä, opitut taidot siirtyvät helposti osaksi arkea. Neglectin kuntoutuksessa keskeisintä on kuntoutuksen intensiivisyys ja kokonaisvaltainen kuntoutusote ja kuntoutuksen tulosten pysyvyyttä voidaan parantaa oiretiedostusta tukevalla palautteella. Joihinkin virtuaalitodellisuuslaitteistoihin on mahdollista kytkeä pään, silmien ja vartalon liikkeiden seurantalaitte, kolmiulotteiset äänikuulokkeet tai tuntoaistiin perustuvia lisälaitteita, jolloin kuntoutuja voi saada välitöntä ja tarkkaa visuaalista, auditiivista tai tuntoaistimukseen perustuvaa palautetta omasta toiminnastaan. (Jehkonen ym. 2013.)

Virtuaalitodellisuuden perustuvilla arviointimenetelmillä neglectiä pystytään havainnoidaan, arvioimaan ja diagnosoimaan täsmällisemmin kuin tavanomaisten arviointitestien avulla (Tsirlin ym. 2009). Neglectin arviointiin on kehitetty lukuisia arviointimenetelmiä, joilla voidaan havaita lievempiasteisiakin häiriöitä. Akuuttivaiheessa perusteellinen nä-

kökenttätutkimus sekä näön tarkkuuden ja silmänliikkeiden tutkiminen ovat tärkeitä neglectin erottamiseksi. Luotettava ja eräs käyttökelpoisimmista arviointimenetelmistä on Behavioural Inattention Test, jonka kolmen tehtävän (viivojen ja kirjainten etsimisen ja viivanpuolituksen) avulla neglectiä pystytään kartoittamaan. Tavanomaisiin kynä-paperitestistöihin voidaan myös liittää toiminnallisia tehtäviä. Toistaiseksi tutkituin ja käytetyin kuntoutusmenetelmä on visuaalinen etsintäharjoittelu, johon on hyödyllistä yhdistää esimerkiksi vasemman raajojen aktivointia, sensorista stimulaatiota tai lukemista, kuvien kopioimista ja kuvailua sisältäviä harjoitteita. Virtuaalitodellisuudessa stimuloinnin mahdollistavat erilaiset käsissä pidettävät ohjaimet tai käsineet, joiden kautta voidaan saada tuntoaistiin perustuvia liikeärsyksiä ja vetää huomiota kohti vasenta tai oikeaa havaintokenttää. Virtuaalitekniikka auttaa myös merkittävästi tarkkojen reaktioaikojen ja tarkkaavuuden ylläpitämisen mittaamisessa. Myöhemmässä vaiheessa neglectiin liittyvät muut neuropsykologiset häiriöt myös kartoitetaan laaja-alaisesti potilaan työkyvyn ja autolla ajokyvyn arvioimiseksi. (Hokkanen ym. 2014b, Jehkonen ym. 2007, Jehkonen ym. 2013.)

3 Katsauksen tarkoitus ja tavoitteet

Tämän narratiivisen kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on selvittää, millaisia virtuaalitodellisuuden perustuvia menetelmiä on käytetty aivoverenkiertohäiriön jälkeen esiintyvän neglect-oireen arvioinnissa ja kuntoutuksessa. Lisäksi tarkoituksena on selvittää, millaista vaikuttavuutta virtuaalitodellisuuden perustuvalla kuntoutuksella on neglect-oireen parantamiseen kirjallisuuden perusteella.

Tämän katsauksen tavoitteena on tuottaa tietoa virtuaalitodellisuuden käytöstä kuntoutuksessa ja herättää ajatuksia neglect-oireen kuntoutuksessa käytettävistä menetelmistä. Eri menetelmien ja niiden vaikutusmekanismien tuntemus tehostaa kuntoutuksen oikeaa kohdentamista ja tavoitteena on herättää ajatuksia neglectin kuntoutuskäytäntöjen suuntaviivoista lähitulevaisuudessa.

Tutkimuskysymykset ovat:

- 1) Millaisia virtuaalitodellisuuden perustuvia arviointi- ja kuntoutusmenetelmiä on käytetty aivoverenkiertohäiriön jälkeen esiintyvän neglect-oireen kuntoutuksessa?
- 2) Millaista vaikuttavuutta virtuaalitodellisuuden perustuvalla kuntoutuksella on neglect-oireen parantamiseen?

4 Katsauksen toteutus

Tämä kirjallisuuskatsaus on luonteeltaan narratiivinen, mutta tiedonhaussa on sovellettu systemaattisen haun menetelmiä, jotta aineistosta muodostuisi mahdollisimman ajankohtainen, kattava ja relevantti.

Hakustrategia. Ennen tiedonhaun aloitusta aineiston hakua harjoiteltiin ja hakusanoja testattiin, sillä tutkimuksissa käytetään vaihtelevia termejä kuvaamaan virtuaalitodellisuutta ja aivoverenkierron häiriöön liittyviä oireita. Valituista tietokannoista haluttiin löytää hakuprosessin alussa kattavasti julkaisuja liittyen virtuaalitodellisuuteen, aivoverenkiertohäiriöön ja neglectiin. Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku suoritettiin MESH-termeillä ja vapaasanahakuina, ja hakusanojen yhdistelyyn käytettiin Boolean operaattoreita. Käytetyt hakusanat on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaussa käytetyt hakusanat ja niiden väliset yhdistelmät Boolean operaattoreilla.

| |
|--|
| virtual reality OR technolog* OR virtual environment OR computer-based OR virtual OR therapy computer assisted* OR user-computer interface* OR xbox OR wii |
| AND |
| neglect OR unilateral spatial neglect OR hemispacial neglect OR visual neglect OR hemineglect OR visuospatial neglect OR hemi-inattention OR perceptual disorders* |
| AND |
| stroke* OR cerebrovascular accident OR cerebral vascular accident OR CVA |

CVA = Cerebral Vascular Accident

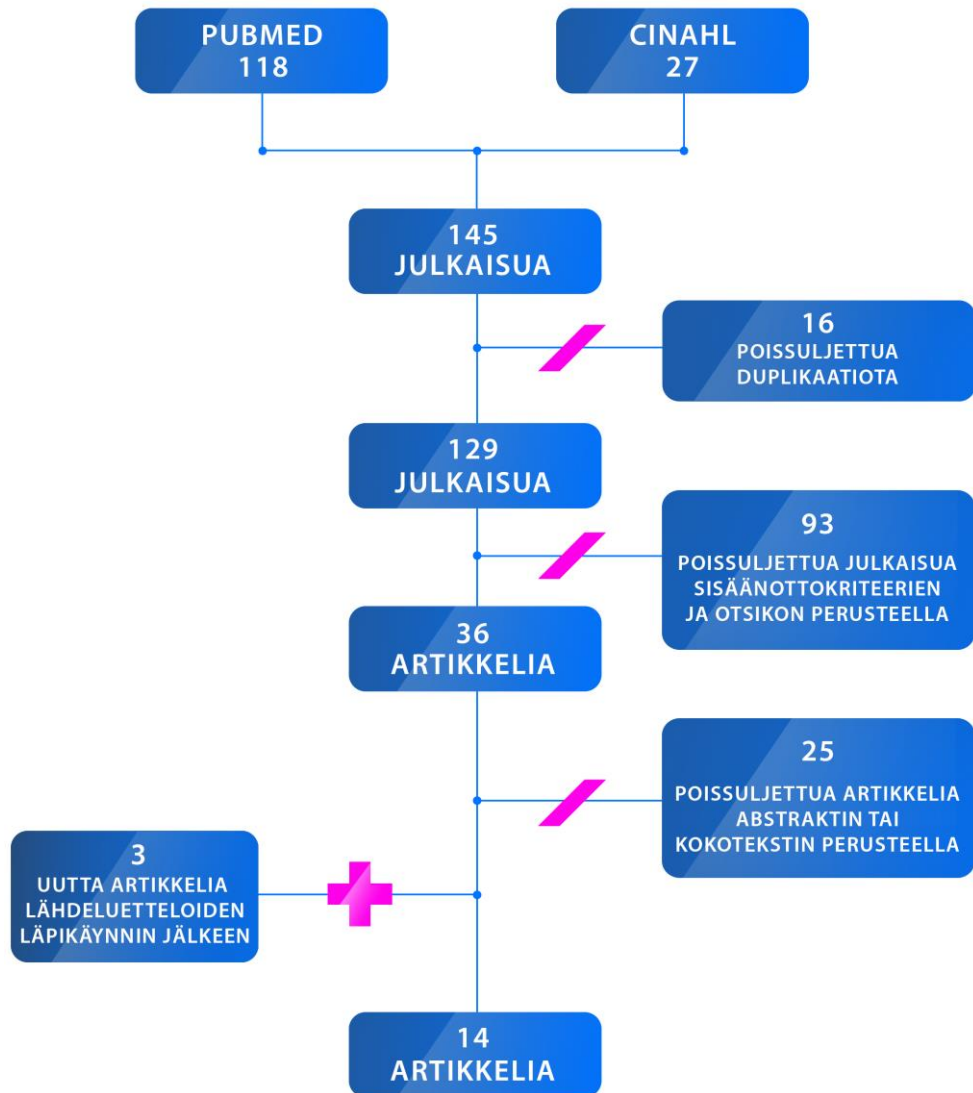
Kirjallisuuskatsauksen aineiston rajaamisessa käytetyt sisäänotto- ja poissulkukriteerit määritettiin ennen tiedonhaun aloitusta ja kriteereitä tarkennettiin hakuprosessin aikana löydettyjen julkaisujen perusteella. Käytetyt sisäänotto- ja poissulkukriteerit on esitetty taulukossa 2. Tutkimusartikkelit, jotka käsittelivät virtuaalitodellisuuteen perustuvia neglectin arviointi- tai kuntoutusmenetelmiä, valittiin mukaan katsaukseen. Tutkimusten halettiin myös olevan riittävän ajankohtaisia.

Taulukko 2. Kirjallisuuskatsauksen aineiston rajaamisessa käytetyt sisäänotto- ja poissulkukriteerit.

| Sisäänottokriteerit | Poissulkukriteerit |
|--|---|
| Englanninkielinen tutkimusartikkeli | Muu kuin englanninkielinen artikkeli |
| Koko tutkimusartikkeli saatavilla | Maksullinen tutkimusartikkeli |
| Julkaistu 2010–2017 | Julkaistu ennen vuotta 2010 |
| Tutkimuskohteena \geq 18-v. AVH-potilaat, joilla esiintyy neglectiä | Tutkimuskohteena $<$ 18-v. AVH-potilaat |
| Kliininen tutkimus, joka tutkii virtuaalitodellisuuden perustuvaa neglect-oireen arviointi- ja/tai kuntoutusmenetelmää | Kirjallisuuskatsaus tai yhteenveto tai tutkimus, joka tutkii tietokoneavusteista arviointi- tai kuntoutusmenetelmää, jossa ei ole käytetty virtuaalitodellisuutta |
| Virtuaalitodellisuuden ympäristö on luotu kaksi- tai kolmiulotteiseen kuvatodellisuuden, joka heijastetaan tietokoneen näytölle, laajakankaalle tai erityiselle stereoskooppiselle katselulaitteelle | Käyttäjä ei ole suorassa vuorovaikutuksessa näyttö- tai katselulaitteen kuvien tai objektien ja virtuaaliympäristön kanssa |

AVH = Aivoverenkiertohäiriö

Hakuprosessi. Lopullinen tiedonhaku tehtiin PubMed-tietokantaan 14. kesäkuuta 2017 ja Cinahl-tietokantaan 20. heinäkuuta 2017. Tiedonhaku tuotti yhteensä 145 julkaisua. Duplikaatioiden poistamisen jälkeen jäljelle jäi 129 julkaisua, joita rajattiin taulukossa 2 esitetyillä sisäänottokriteereillä. Tämän jälkeen otsikkotasolla käytiin läpi 83 tutkimusta. Otsikon perusteella 36 tutkimusta eteni tiivistelmätason tarkasteluun. Tässä vaiheessa hakua rajattiin lisäksi taulukossa 2 esitetyillä poissulkukriteereillä. Tiivistelmän perusteella 15 tutkimusta eteni kokotekstin tarkasteluun. Hakuprosessi kuvataan kuviossa 2.



Kuvio 2. Kirjallisuuskatsauksen tutkimuksen hakuprosessi.

Kokotekstin perusteella valittujen yhdentoista tutkimuksen lähdeluettelot käytiin tarkasti läpi muiden relevanttien artikkeleiden löytämiseksi ja uusia sisäänotto- ja poissulkukriteerit täyttäviä tutkimuksia löytyi vielä kolme kappaletta. Kirjallisuushaun perusteella kirjallisuuskatsaukseen valittiin mukaan 14 tutkimusartikkelia.

5 Tulokset

5.1 Katsaukseen valitut tutkimukset

Tähän katsaukseen valittiin mukaan 14 tutkimusartikkelia. Valitut tutkimukset koostuvat yhdeksästä virtuaaliodellisuuden perustuvasta arviointimenetelmästä ja viidestä kuntoutusmenetelmästä. Taulukossa 3 on esitetty kunkin tutkimuksen taustatiedot, tarkoitus, tutkimusasetelma ja tutkittavat. Lisäksi taulukossa on kuvattu tiivistetysti käytetty virtuaaliodellisuuden arviointi- tai kuntoutusmenetelmä, harjoittelumenetelmät, käytetyt mittarit ja tutkimuksen keskeiset tulokset.

Taulukko 3. Katsaukseen valitut tutkimukset. Taulukko sisältää seuraavat tiedot: tutkimuksen tekijät, julkaisumaa ja -vuosi, tutkimuksen tarkoitus, tutkimusasetelma ja tutkittavat, kuvaus käytetystä VT-menetelmästä, harjoittelumenetelmät, käytetyt mittarit sekä tutkimuksen keskeiset tulokset. ⁽¹⁻¹⁷⁾=lyhenne selitetty taulukon jälkeen, N=osallistujien määrä.

| Tutkimuksen tekijät, paikka ja vuosi | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusasetelma ja tutkittavat | Kuvaus käytetystä VT-menetelmästä | Harjoittelumenetelmät ja käytetyt mittarit | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|---|---|--|--|--|---|
| Aravind – Lamontagne Kanada 2017 | Vertailla neglect- ja AVH ⁽¹⁾ -potilaita kulkusuunnassa ja pään suuntautumisen tapahtuvien muutosten suhteen, kun tutkittavat välttelevät eri suunnista lähestyviä esteitä ja suunnistavat uudelleen kohti lopullista kohdetta (maalia). | Tapaus-verrokkitutkimus N ₁ =26 AVH-potilasta, joilla oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriö (neglect-potilaita n=13) N ₂ =5 tervettä verrokkia <i>Aikaa aivovauriosta keskimäärin:</i> neglect-potilaat t=11,8kk; muut AVH-potilaat t=10,5kk | HMD ⁽²⁾ -näyttölaite, pään liikkeiden, orientaation, kehon kinematiikan tallennusjärjestelmä, ohjaussauva VT ⁽³⁾ -tehtävät: (1) painaa ohjaussauvan nappia heti, kun havaitsee esteen liikkuvan; ja (2) kävellä kohti maalia välttämällä yhteentörmäystä esteen kanssa. | 1. VT-tehtävä: väh. 4 harjoittelukoetta, 4–6 arviointikoetta kussakin neljässä eri testiolosuhteessa 2. VT-tehtävä: 8–10 harjoittelukoetta, 10 arviointikoetta kussakin neljässä testiolosuhteessa Bells Test, Apples Test, Line Bisection Test, MoCA ⁽⁴⁾ , TMT-B ⁽⁵⁾ , ABC ⁽⁶⁾ , 10 metrin kävelytesti | Suurempi osuus neglect-potilaista (75 %) kuin muista AVH-potilaista (38 %) törmäsi suoraviivaisesti ja aivovaurioon nähden vastakkaiselta puolelta lähestyviin esteisiin. Kaiken kaikkiaan neglect-potilailla oli pidempiä välimatkoja kulkusuunnan vaihdosten välillä ja suurempia virheitä kohteeseen (maaliin) kohdistamisessa verrattuna muihin AVH-potilaisiin. |
| Aravind – Darekar – Fung – Lamontagne Kanada 2015 | Arvioida yksilöiden, joilla esiintyy visuospatiaalista neglectiä, kykyä havaita ja vältellä eri suunnista lähestyviä liikkuvia esteitä. | Kliininen tutkimus N=12 neglect-potilasta (potilaita, joilla oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriö n=10) <i>Aikaa aivovauriosta keskimäärin:</i> t=13,5kk | HMD-näyttölaite, liikkeen tallennusjärjestelmä, ohjaussauva VT-tehtävät: (1) ja (2) kts. edellinen; ja (3) välttää esteitä samalla, kun liikkuu ohjaussauvan avulla maalia kohti, liikkumalla oikealle tai vasemmalle tai nopeuttamalla tai hidastamalla vauhtia. | Kaikissa VT-tehtävissä: 8 harjoittelukoetta, 10 arviointikoetta kussakin neljässä eri testiolosuhteessa MVPT ⁽⁷⁾ , Star Cancellation Test, Bells Test, Line Bisection Test, MoCA, TMT-B, Edinburgh Hand-Edness Inventory: kahtena erillisenä päivänä yhden viikon sisällä | Kun esteet lähestyivät suoraviivaisesti tai aivovaurioon nähden vastakkaiselta puolelta, 1. VT-tehtävässä esteet havaittiin pienemmän välimatkan päässä (vrt. vaurioon nähden samalta puolelta lähestyviin). Kun esteet lähestyivät aivovaurioon nähden vastakkaiselta puolelta, strategia yhteentörmäyksen välttämiseksi käynnistettiin pienemmän välimatkan päässä ja minimietäisyys esteisiin oli pienempi (vrt. muihin lähestymissuuntiin). |

| Tutkimuksen tekijät, paikka ja vuosi | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusasetelma ja tutkittavat | Kuvaus käytetystä VT-menetelmästä | Harjoittelumenetelmät ja käytetyt mittarit | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|--------------------------------------|--|--|--|--|--|
| Aravind – Lamontagne Kanada 2014 | Tutkia yksilöiden, joilla esiintyy neglectiä, kykyä havaita liikkuvia esteitä ja välttää yhteentörmäystä näiden esteiden kanssa samalla, kun he suorittavat tavoitesuuntautunutta liikunnallista tehtävää virtuaaliympäristössä. | Kliininen tutkimus N=12 neglect-potilasta (potilaita, joilla oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriö n=10) <i>Aikaa aivovauriosta keskimäärin: t=13,5kk</i> | HMD-näyttölaite, liikkeen tallennusjärjestelmä, ohjaussauva VT-tehtävät: (1) painaa ohjaussauvan nappia heti, kun havaitsee esteen liikkuvan; ja (2) kävellä kohti maalia välttämällä yhteentörmäystä esteen kanssa. VT-ympäristö: huone, takaseinällä sininen ympyrän muotoinen kohde (maali) ja kolme punaista sylinteriä (esteet). | 1. VT-tehtävä: 2 harjoittelukoetta, 10 arviointikoetta kussakin neljässä eri testiolosuhteessa 2. VT-tehtävä: 2 harjoittelukoetta, 4–7 arviointikoetta kussakin neljässä eri testiolosuhteessa MVPT, Star Cancellation Test, Bells Test, Line Bisection Test, MoCA, TMT-B, Edinburgh Handedness Inventory: kahtena erillisenä päivänä yhden viikon sisällä | Peräti 67 % (8/12) tutkittavista törmäsi joko vasemmalta ja/tai edestä lähestyvien esteiden kanssa. Esteisiin törmänneillä tutkittavilla huomattiin viivästystä esteiden havaitsemisessa (1. tehtävässä), erilaisten strategioiden toteuttamista yhteentörmäyksen välttämiseksi ja pienemmät etäisyydet esteisiin (2. tehtävässä) verrattuna tutkittaviin, jotka eivät törmänneet esteisiin. |
| Buxbaum – Dawson – Linsley USA 2012 | Tarjota lisätietoa neglectin arviointitestin Virtual Reality Lateralized Attention Test (VRLAT) luotettavuudesta ja validiteetista ja kehittää kliinisesti käytökelpoinen versio testistä. | Tapaus-verrokkitutkimus N ₁ =70 AVH-potilasta, joilla oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriö (neglect-potilaita n=35) N ₂ =10 tervettä verrokkia <i>Aikaa aivovauriosta keskimäärin: t=29kk</i> | PC, ohjaussauva VRLAT-tehtävät: nimetä objekteja, välttää yhteentörmäyksiä ja matkata pitkin haarautumatonta tietä joko: (1) tietokoneen ohjaussauvan avulla; tai (2) passiivisesti, kun tutkija navigoi tietä pitkin tasaisella nopeudella. | VT-tehtävä: jokainen taso (3 tasoa) kahdesti; Modifioidut (ajastetut) Bell Cancellation Test, Letter Cancellation Test, Line Bisection Test, modifioitu Moss Real World Navigation Test, sensomotorisia testejä; yht. noin 90 minuuttia, satunnaistettu tehtäväjärjestys | VRLAT osoitti vahvaa sensitiivisyyttä ja spesifisyyttä, minimaalista harjoitteluvaikutusta (harjoittelu ei kasvattanut merkittävästi kokonaispistemäärää) ja vahvaa validiteettia sekä suoriutui tavanomaisia kynäpaperitestejä paremmin yhteentörmäysten ennakoimisessa todellisessa elinympäristössä. |

| Tutkimuksen tekijät, paikka ja vuosi | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusasetelma ja tutkittavat | Kuvaus käytetystä VT-menetelmästä | Harjoittelumenetelmät ja käytetyt mittarit | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|--|---|--|---|--|--|
| Dvorkin – Bogey – Harvey – Patton USA 2012 | Tutkia, esiintyykö neglect-potilailla yksinkertaisia vs. monitahoisempia aistivajauksia 3D-avaruuden halki ja vaihtuuko tähän kohteiden avaruudellinen järjestys (käytämällä karteesisia eli suorakulmaisia ja napakoordinaatteja). | Tapaus-verrokkitutkimus N ₁ =17 AVH-potilasta (ilman neglectiä) N ₂ =8 neglect-potilasta Kaikilla tutkittavilla oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriö N ₂ =9 tervettä verrokkia <i>Aikaa aivovauriosta keskimäärin:</i> neglect-potilaat t=18,6kk; muut AVH-potilaat t=64,1kk | VROOM ⁽⁸⁾ : 3D ⁽⁹⁾ -stereolasit, pään liikkeitä seuraava anturi, digitaalinen projektori, leuan lepopidike, pimennetty huone VRROOM-tehtävät: painaa vastausnappia, kun kohteet (3D-virtuaalipallot) ilmestyvät yksi kerrallaan satunnaisesti eri paikkoihin 3D-avaruudessa. | VT-tehtävä, koe 1: 105 kohdetta karteesisessa koordinaatistossa, kukin kohde ilmestyi 8 kertaa VT-tehtävä, koe 2: 35 kohdetta napakoordinaatistossa, kukin kohde ilmestyi 8 kertaa Line Crossing, Letter Cancellation Test, Star Cancellation Test, Figure Copying, Line Bisection Test ja Representational Drawing: ennen testin aloittamista | Löydökset toivat ilmi sekä yksinkertaista että kompleksista epäsymmetriaa usean ulottuvuuden halki ja havaittuihin aistivajeisiin vaikutti kohteiden avaruudellinen järjestys yksilöillä neglect-ryhmässä. Tavanomaiset kynä-paperitestit havaitsivat neglect-oireen vain osalla (4/8) neglect-potilaista, kun taas VT-arviointimenetelmällä neglect-oire havaittiin kaikilta potilailta neglect-ryhmässä. |
| Fordell – Bodin – Eklund – Malm Ruotsi 2016 | Arvioida, parantaako uusi virtuaalitodellisuuden perustuva kuntoutusmenetelmä RehAtt™ avaruudellista hahmottamista potilailla, joilla on aivoverenkiertohäiriön jälkeen esiintyvä krooninen neglect-oire. | Kliininen tutkimus N=15 neglect-potilasta, joilla oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriö <i>Aikaa aivovauriosta keskimäärin:</i> t=41kk | 3D-lasit, PC-monitori, robottikynä, käsipidike VT-tehtävät: (1) asettaa 3D-hahmo oikealle kaavaimelle; (2) poimia tarjottimelta 3D-kuutioita ja asettaa ne suoriin linjoihin; ja (3) asettaa 3D-muodot vastaavan muotoisen kuvion päälle, kuten palapelissä. | VT-kuntoutus: 5 viikkoa, 3 kertaa viikossa 1h VT-testipatteristo: Star cancellation Test, Baking Tray Task, Line Bisection Test, Extinction Test, Posner Task: ennen ja jälkeen intervention CBS ⁽¹⁰⁾ : ennen ja jälkeen intervention, kuuden kuukauden seurannassa | Harjoittelu VT-menetelmän kanssa paransi avaruudellista hahmottamista. Harjoittelun johdosta tutkittavat edistyivät VT-testipatteriston Star Cancellation (p=0,006), Baking Tray task (p<0,001) ja Extinction (p<0,001) -testeissä. Posner Task -tehtävässä ohimenneitä kohteita oli vähemmän (p=0,024). CBS-mittari osoitti edistystä päivittäisissä toimissa sekä heti harjoittelun jälkeen että kuuden kuukauden seurannassa. |

| Tutkimuksen tekijät, paikka ja vuosi | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusasetelma ja tutkittavat | Kuvaus käytetystä VT-menetelmästä | Harjoittelumenetelmät ja käytetyt mittarit | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|---|---|--|--|--|---|
| Fordell – Bodin – Bucht – Malm Ruotsi 2011 | Rakentaa VT-testipatteristo ja arvioida sen tarkkuutta ja käytettävyyttä potilailla, joilla on akuutti aivoverenkiertohäiriö. | Kliininen tutkimus N=31 AVH-potilasta (potilaita, joilla oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriö n=19, neglect-potilaita n=9) <i>Aikaa aivovauriosta keskimäärin: t =2vko</i> | VR-DiSTRO ⁽¹¹⁾ : 3D-stereolasit, robottikynä (virtuaalinen tuntoaistimus, realistinen palaute), PC, CRT-monitori, ohjelmisto, stereokuulokkeet VR-DiSTRO-tehtävät: virtuaaliset versiot neljästä tavanomaisesta arviointitestistä. Objekteja pystyttiin liikuttamaan, kääntämään ja käsittelemään robottikynän avulla. | VT-tehtävä: jokainen arviointitesti suoritettiin kerran, ilman aikarajoitusta Star Cancellation Test, Line Bisection Test, Visual Extinction Test, Baking Tray Task, kyselylomake VR-DiSTRO:n käytettävyydestä | VR-DiSTRO:n kokonaispisteet osoittivat 100 prosentin sensitiivisyyttä ja 82 prosentin spesifisyyttä neglect-potilaiden identifioimisessa. |
| Kim – Chun – Yun – Song – Young Korea 2011 | Tutkia virtuaalitoimellisuusharjoittelun vaikutusta AVH-potilaiden neglect-oireeseen verrattuna tavanomaisiin kuntoutusohjelmiin. | Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus, RCT ⁽¹²⁾ N(koeryhmä)=12 neglect-potilasta N(kontrolliryhmä)=12 neglect-potilasta Kaikilla tutkittavilla oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriö <i>Aikaa aivovauriosta keskimäärin: koeryhmä t=22,8pvä; kontrolliryhmä t=25,5pvä</i> | IREX ⁽¹³⁾ : PC-monitori, videokamera, tietokonetunnisteiset käsiineet <i>Koeryhmä.</i> IREX-tehtävät: (1) koskettaa lentävää palloa, jotta se muuttuu linnuksi; (2) ottaa kiinni puusta putoavia kookospähkinöitä; ja (3) siirtää laatikko ruudun vastakkaiselle puolelle. Jokainen tehtävä toistettiin kolme kertaa. | <i>Koeryhmä.</i> VT-kuntoutus: 3 viikkoa, 5 päivänä viikossa 30min <i>Kontrolliryhmä.</i> Tavanomaista neglect-terapiaa <i>Kaikki tutkittavat.</i> Samalla intensiteetillä ja ajanjaksoilla fysio-, toiminta- ja kognitiivista terapiaa Star Cancellation Test, Line Bisection Test, CBS, K-MBI ⁽¹⁴⁾ : ennen ja jälkeen intervention | Kuntoutuksen jälkeen molemmat ryhmät paransivat tuloksia merkittävästi kaikissa testeissä, mutta tulokset Star Cancellation -testissä ja CBS-pisteet parantuivat VT-ryhmässä enemmän kuin kontrolliryhmässä (p<0,05). |

| Tutkimuksen tekijät, paikka ja vuosi | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusasetelma ja tutkittavat | Kuvaus käytetystä VT-menetelmästä | Harjoittelumenetelmät ja käytetyt mittarit | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|---|--|--|---|---|--|
| Kim, D. Y. – Ku – Chang – Park – Lim – Han – Kim, I. Y. – Kim, S. I. Korea 2010 | Tutkia, voisiko tutkimuksen tekijöiden vastikään kehittämä kolmiulotteinen immersoiva VT-ohjelma, joka mallintaa todellista kadunylitystä, havaita ja mitata aivoverenkiertohäiriön jälkeistä ekstrapersonaalista neglectiä. | <p>Tapaus-verrokkitutkimus</p> <p>N₁=16 neglect-potilasta</p> <p>N₂=16 AVH-potilasta (ilman neglectiä)</p> <p>Kaikilla tutkittavilla oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriö</p> <p><i>Aikaa aivovauriosta keskimäärin:</i> neglect-potilaat t=3,9kk; muut AVH-potilaat t=2,2kk</p> | <p>HMD-näyttölaite, pään liikkeitä seuraava anturi, PC</p> <p>VT-tehtävät: (1) sijoittaa mustalla taustaruudulla oleva virtuaalinen avatar tutkittavan subjektiiviselle keskilinjalle; ja (2) pitää keskelle ylikulkupaikkaa sijoitettu avatar turvassa liikenneonnettomuudelta tarkkailemalla tietä ja painamaan hiirinappia pysäyttääkseen auton.</p> | <p>VT-tehtävä: 4 arviointikoetta kussakin neljässä eri nopeudessa</p> <p>Line Cancellation Test, Line Bisecton Test, modifioitu Barthelin indeksi, Functional Ambulatory Category, tietokoneen käyttökokemusaste (0, ei-käyttäjä; 1 tekstinkäsittelijä; 2 tavallinen internet-käyttäjä; 3 edistynyt internet-käyttäjä; 4, ohjelmoija)</p> | <p>Kahden ryhmän (neglect-potilaat ja muut AVH-potilaat) välillä oli merkittäviä eroavaisuuksia deviaatiokulmissa (todellisen keskilinjan ja tutkittavan subjektiivisen keskilinjan välillä olevan kulman asteluku), vasemman- ja oikeanpuolisen reaktioajan suhdeluvuissa, vasemmanpuoleisten visuaalisten auditiivisten vihjeiden sekä vasemmanpuoleisten onnettomuuksien määrässä. VT-ohjelman avulla voidaan havaita turvallisesti neglect-potilaiden riskialttiita käyttäytymismuotoja.</p> |
| Navarro – Lloréns – Noé – Ferri – Alcañiz Espanja 2013 | Suunnitella ja validoida edullinen virtuaalinen kadunylityssysteemi ja selvittää systeemin pätevyyttä ja käytettävyyttä neglectin kuntoutuksessa. | <p>Tapaus-verrokkitutkimus</p> <p>N₁=32 AVH-potilasta (oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriö n=25, neglect-potilaita n=17)</p> <p>N₂=15 tervet. verrokkia</p> <p><i>Aikaa aivovauriosta keskimäärin:</i> neglect-potilaat t=322,6pv; muut AVH-potilaat t=482,9pv</p> | <p>VRSC⁽¹⁵⁾: PC, ohjausauva, audio-visuaalinen pään liikkeitä seuraava järjestelmä, LCD-näyttö</p> <p>VRSC⁽¹⁵⁾-tehtävä: ylittää kaksisuuntainen tie tavarataloon niin nopeasti kuin mahdollista. Onnettomuuksia sai sattua matkalla korkeintaan neljä. Audio-visuaalinen palaute.</p> | <p>VT-tehtävä: harjoittelutehtävä ilman liikennettä tai muita häiriötekijöitä (tutkittavat totutettiin laitteistoon ja ohjelmistoon), varsinaisen arviointitehtävä</p> <p>Neuropsykologinen arviointi: kolme päivää ennen tai jälkeen VT-istuntoa</p> | <p>Neglect-potilailla oli tehokkuuden puutetta VT-tehtävän aikana: heillä oli merkittävästi huonommat tulokset (korkeammat arvot) verrattuna muihin AVH-potilaisiin ja terveisiin verrokkeihin. AVH-potilaat kokonaisuudessaan saivat huonompia tuloksia verrattuna terveisiin tutkittaviin.</p> |

| Tutkimuksen tekijät, paikka ja vuosi | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusasetelma ja tutkittavat | Kuvaus käytetystä VT-menetelmästä | Harjoittelumenetelmät ja käytetyt mittarit | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|---|---|---|--|--|--|
| Pesquine – Rosso – Box – Galland – Caron – Rautureau – Jouvent – Pradat-Diehl Ranska 2011 | Verifioida virtuaalitodellisuuden soveltuvuutta ja etua visuospatiaalisen neglectin ja navigoinnin arviointimenetelmänä. | <p>Prospektiivinen tutkimus</p> <p>N₁=9 AVH-potilasta, joilla oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriö (neglect-potilaita n=7)</p> <p>N₂=9 tervettä verrokkia</p> <p><i>Aikaa aivovauriosta keskimäärin: t=16,1kk</i></p> | <p>HMD-näyttölaite, sähkömagneettinen anturi-kytkentä</p> <p>VT-tehtävä: liikkua kaupungissa eteenpäin hiiren painalluksen avulla, paikantaa pääkohde (puistossa oleva keinu) ja laskea kaikki bussipysäkit matkan varrella. Yht. 13 bussipysäkkiä, tutkittavan vasemmalla ja oikealla puolella.</p> | <p>VT-tehtävä: 1 arviointikoe</p> <p>Bells Cancellation Test, CBS</p> | <p>AVH-potilaat jättivät huomiotta enemmän kohteita kuin heidän terveet verrokkinsa. Neljän potilaan kohdalla neglect-oire ei tullut esiin tavanomaisissa arviointitesteissä, kun taas VT-tehtävän avulla neglect-oire havaittiin kaikilta neglect-potilailta.</p> |
| Sugarman – Weisel-Eichler – Burstin – Brown Israel 2011 | Tutkia uudenlaisen virtuaalitodellisuus-systeemin, SeeMe, soveltuvuutta ja tulosta unilateraalisen spatiaalisen neglectin arvioinnissa ja kuntoutuksessa yksilöllä, joka on toipunut aivoverenkiertohäiriön jälkeen, mutta jolla on neglect-jäännösoireita. | <p>Soveltuvuustutkimus</p> <p>N=1 neglect-potilas, jolla oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriö</p> <p><i>Aikaa aivovauriosta: t=15kk</i></p> | <p>Monitori, liikkeiden ja asennon videotallennusjärjestelmä</p> <p>SeeMe-systeemi: simuloituja toiminnallisia tehtäviä, kuten virtuaalipallojen koskettaminen. Vuorovaikutus VT-ympäristön kanssa vartalon ja raajojen liikkeiden avulla. Kolmea VT-tehtävää käytettiin neglect-oireen kuntoutamiseen ja neljättä tehtävää arviointiin.</p> | <p>VT-kuntoutus: 8 viikkoa, kerran viikossa 1h</p> <p>VT-arviointi: ennen ja jälkeen intervention</p> <p>Kynä-paperitestit, SFQ⁽¹⁶⁾-kysely, avoin loppuhaastattelu: ennen ja jälkeen intervention</p> | <p>Tavanomaisten kynä-paperitestien tulokset olivat normaalit, kun taas VT-systeemi havaitsi selkeitä ajallisia eroja tutkittavan oikean- ja vasemmanpuoleisten liikkeiden välillä. Harjoittelun jälkeen tutkittava oli parantanut vasemmanpuoleisiin liikkeisiin kuluvaan aikaan sekä toiminnallisuuttaan, esimerkiksi yhteentörmäykset objektien kanssa vähenivät.</p> |

| Tutkimuksen tekijät, paikka ja vuosi | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusasetelma ja tutkittavat | Kuvaus käytetystä VT-menetelmästä | Harjoittelumenetelmät ja käytetyt mittarit | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|--|--|--|--|---|---|
| Tanaka – Ifukube – Sugihara – Izumi Japani 2010 | Ymmärtää täsmällisemmin unilateraalisen spatiaalisen neglectin patologiaa käyttämällä uutta Head Mounted Display -näyttölaitejärjestelmää. | Tapaustutkimus N=2 neglect-potilasta, joilla oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriö <i>Aikaa aivovauriosta:</i> potilas A t=1vko; potilas B t=49vko | HMD-näyttölaite, CCD ⁽¹⁷⁾ -kamera, digitaalinen videokamera VT-tehtävät: viivojen etsintätehtävä kuudessa eri testiolosuhteessa; kuvakoon ja näkökentän koordinaattien muuntelu, liikeseuranta, vihjeet. | VT-tehtävä: 6 testiolosuhdetta Line Cancellation Test, Star Cancellation Test, Functional Independence Measure, modifioitu Halligan's checklist, CBS | Neglectin arvioiminen HMD-järjestelmän avulla saattaa selkeyttää vasenta neglect-aluetta, jota ei pystytä helposti havainnoimaan neglectin kliinisessä arvioinnissa. |
| van Kessel – Geurts – Brouwer – Fasotti Alankomaat 2013 | Tutkia, tehostuuko standardoidun tietokoneistetun visuaalisen etsintäharjoittelun vaikuttavuus kaksoistehtäväharjoittelun myötä. | Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus, RCT N(koeryhmä)=14 neglect-potilasta N(kontrolliryhmä)=15 neglect-potilasta Kaikilla tutkittavilla oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriö <i>Aikaa aivovauriosta keskimäärin:</i> koeryhmä t=140,6pv; kontrolliryhmä t=157,6pv | PC, projektori, näyttö, painettava nappi Visuaalinen etsintäharjoittelu TSVS ⁽¹⁸⁾ + VT-ajosimulaatiotehtävät: (1) pitää sijainti ajotien keskellä samalla, kun auto liikkuu 50km/h; (2) havaita suuria suorakulman muotoisia kohdepisteitä ajomaisemasta; ja (3) suorittaa kaksi edellistä tehtävää samanaikaisesti. | <i>Koeryhmä.</i> 6 viikkoa, 5 päivänä viikossa 1h. TSVS ja tehtävät (1) ja (2) viikoilla 1–4, tehtävä (3) viikoilla 4–6. <i>Kontrolliryhmä.</i> 6 viikkoa, 5 päivänä viikossa 1h. TSVS ja tehtävät (1) ja (2) viikoilla 1–6. Line Cancellation Test, Letter Cancellation Test, Bells Test, Line Bisection Test, Word reading, Grey scales, Baking Tray Task | Merkittäviä ryhmä- tai vuorovaikutusilmiöitä ei löydetty, jotka voisivat kuvastaa kaksoistehtäväharjoittelun tuomia positiivisia lisävaikutuksia, kun koeryhmää verrattiin kontrolliryhmään. Molemmissa ryhmissä havaittiin merkittävää parannusta arviointitehtävissä heti harjoittelun jälkeen, kun arviointitestit suoritettiin ennen ja jälkeen intervention. |

(1) AVH = aivoverenkiertohäiriö; (2) VT = virtuaalimallisuus; (3) HMD = Head Mounted Display; (4) MoCA = Montreal Cognitive Assessment; (5) TMT-B = Trail Making Test-B; (6) ABC = Activities-specific Balance Confidence Scale; (7) MVP = Motor Free Visual Perceptual Test; (8) VRROOM = Virtual Reality and Robotics Optical Operations Machine; (9) 3D = three-dimensional, kolmiulotteinen; (10) CBS = Catherine Bergego Scale; (11) VR-DiSTRO = VT-systeemi; (12) RCT = Randomized Control Trial; (13) IREX = VT-systeemi; (14) K-MBI = Korean Version of Modified Barthel Index; (15) VRSC = Virtual Reality Street Crossing Test; (16) SFQ = Short Feedback Questionnaire; (17) CCD = Cerge-Coupled Device; (18) TSVS = Tietokoneistettu visuaalinen etsintäharjoittelu

5.2 Virtuaalitodellisuuden arviointimenetelmät aivoverenkierron häiriön jälkeen esiintyvän neglect-oireen kuntoutuksessa

Kirjallisuushaun perusteella yhdeksän tutkimusta käsitteli virtuaalitodellisuuteen perustuvia neglectin arviointimenetelmiä. Nämä yhdeksän arviointimenetelmää on kuvattu kuviossa 3, jossa menetelmät on jaoteltu virtuaaliympäristön immersion perusteella eri luokkiin ja jaottelun perusteella kuvattu ympäristöissä suoritettavat tehtävät.



Kuvio 3. Virtuaalitodellisuuteen perustuvat neglectin arviointimenetelmät. Kuvio sisältää seuraavat tiedot: virtuaaliympäristöjen jaottelu immersion perusteella täysin tai osittain ja ei-immersoiiviin ympäristöihin, ja jaottelun perusteella ympäristöissä suoritettavat tehtävät.

Kolmessa tutkimuksessa virtuaaliympäristö muodostui samasta kolmiulotteisesta huoneesta, jonka takaseinällä oli sininen ympyränmuotoinen kohde (maali) ja kolme punaista sylinteriä (esteet). Yksi sylintereistä kerrallaan lähestyi huoneen keskeltä tai aivoverenkiertohäiriöön nähden samalta tai vastakkaiselta (oikealta tai vasemmalta) puo-

lelta. Neljättä testiolosuhdetta käytettiin kontrollikokeena, jonka avulla arvioitiin kävelynopeutta ja kulkusuuntaa esteettömässä ympäristössä. Tutkittavilla oli yllään päähän asetettava HMD-näyttölaite, joka antaa käyttäjälleen kolmiulotteisen stereotyyppisen näkymän virtuaaliympäristöstä. Vuorovaikutus ympäristön kanssa tapahtui ohjaussauvalla, jota tutkittavat pitivät terveessä kädessään. Systeemiin oli lisäksi kytketty liikkeiden tallennusjärjestelmä. Virtuaalisessa huoneessa neglectiä arvioitiin kolmella erilaisella navigointitehtävällä, jotka suoritettiin useamman kerran. Ensimmäisessä tehtävässä tutkittavat kävelivät kohti maalia huoneen toiseen päähän välttämällä yhteentörmäystä lähestyvän esteen kanssa. Toisen tehtävän aikana tutkittavat istuivat pöydän ääressä ja painoivat ohjaussauvan nappia heti, kun havaitsivat esteen liikkuvan. Kolmannessa tehtävässä tutkittavat välttelivät lähestyvää estettä samalla, kun he liikkuvat ohjaussauvan avulla passiivisesti maalia kohti. Ohjaussauvalla pysyttiin liikkumaan joko oikealle tai vasemmalle tai nopeuttamaan tai hiljentämään liikkeen vauhtia. Mikäli esteeseen törmättiin, tutkittava sai tästä visuaalisen palautteen välkkyvällä ”törmäys”-kyltillä. (Aravind – Lamontagne 2014, Aravind ym. 2015, Aravind – Lamontagne 2017.)

Yhdessä tutkimuksessa hyödynnettiin myös eräänlaista virtuaalista kolmiulotteista huonetta, jonka taustatekstuuri pidettiin yksinkertaisena, ja tarkoituksena oli kartoittaa neglect-alueita avaruudellisesti virtuaaliodellisuusohjelmiston (Virtual Reality and Robotics Optical Operations Machine, lyh. VRROOM) avulla. Tutkittavat pitivät istuen yllään kolmiulotteisia stereolaseja, joihin oli liitetty pään liikkeitä seuraava anturi. Kohteina toimivat kolmiulotteiset virtuaalipallot ilmestyivät yksi kerrallaan satunnaisesti eri paikkoihin 3D-avaruudessa. Tehtävänä oli painaa vastausnappia terveellä (oikealla) kädellä, kun kohde ilmestyi. Kokeessa 1 kohteita oli 105 kappaletta karteesisessa eli suorakulmaisessa koordinaatistossa. Kokeessa 2 osa tutkittavista havainnoi 35 kohdetta napakoordinaatistossa, minkä avulla arvioitiin kohteiden avaruudellisen järjestelyn vaikutusta tuloksiin. (Dvorkin ym. 2012.)

Virtuaaliodellisuuteen perustuvien arviointimenetelmien käytettävyyttä selvitettiin kolmessa erilaisessa virtuaaliympäristössä, jotka jäljittelivät tosielämän kaupunkiympäristöjä (Buxbaum ym. 2012, Kim ym. 2010, Peskine ym. 2011). Yhdessä tutkimuksessa kolmiulotteisessa virtuaalikaupungissa suunnistettiin tietokonehiiren nappia painamalla eteenpäin, ja tehtävänä oli paikantaa puistossa oleva keinu ja laskea kaikki bussipysäkit matkan varrelta. Tutkittavat pitivät istuen yllään HMD-näyttölaitetta, johon oli kytketty sähkömagneettinen anturijärjestelmä, ja ympäristön kuvakulma vaihtui käyttäjän pään

liikkeiden mukaisesti. Kaupungissa oli yhteensä 13 bussipysäkkiä, jotka sijoituivat tutkittavan vasemmalle tai oikealle puolelle, kuusi yhdelle ja seitsemän toiselle puolelle tietä. Tehtävä suoritettiin kerran, ja sen aikana arvioitiin tutkittavien kykyä löytää keino ja huomioida bussipysäkkejä. (Peskinen ym. 2011.)

Eräänlaista kolmiulotteista virtuaalista kaupunkiympäristöä käytettiin myös tutkimuksessa, jossa keskelle ylikulkuapaikkaa sijoitettu avatar pyrittiin pitämään turvassa liikenneonnettomuudelta; kun liikennevalot vaihtuivat, virtuaalinen auto lähestyi satunnaisesti joko avatarin oikealta tai vasemmalta puolelta. Tutkittavien tuli tarkkailla tien molempia suuntia ja pysäyttää lähestyvä auto painamalla hiirinappia terveellä kädellään. HMD-näyttölaitteeseen oli kytketty pään liikkeitä seuraava anturi. Mikäli tutkittavat eivät tunnista auton lähestymistä, he saivat ensin visuaalisia ja tarvittaessa vielä auditiivisia vihjeitä ennen kuin tehtävä epäonnistui. Tehtävä suoritettiin neljässä eri nopeudessa (erittäin hidas, hidas, nopea ja erittäin nopea) neljästi, yhteensä 16 kertaa. Lisäksi ennakoitehtävänä oli sijoittaa mustalla taustaruudulla oleva virtuaalinen avatar omalle subjektiiviselle keskilinjalle. (Kim ym. 2010.)

Kaksiulotteista virtuaalista kaupunkiympäristöä puolestaan käytettiin tutkimuksessa, jossa tosielämän tarkkaavuuden vaatimuksia jäljiteltiin helposti hallinnoitavan tietokoneistetun neglect-mittarin (VR Lateralised Attention Test, lyh. VRLAT) avulla. Kahden edellisen tutkimuksen tapaan tutkittavat liikkuvat virtuaaliympäristössä tarkkaillen tien molempia suuntia ja välttivät yhteentörmäyksiä virtuaalisten objektien kanssa. Tutkittavien tehtävänä oli matkata pitkin virtuaalista, haarautumatonta tietä ja nimetä objekteja matkan varrelta. Eteenpäin liikuttiin joko itsenäisesti ohjaussauvan avulla tai passiivisesti tutkijan navigoidessa tietä pitkin tasaisella nopeudella. VRLAT-ohjelmisto sisälsi kolme tasoa (yksinkertainen, monimutkainen ja laajennettu), ja kukin taso suoritettiin kahdesti matkaamalla tietä pitkin edestakaisin. VRLAT:n jokaisella tasolla oli 20 kohdeobjektia, jotka muodostuivat värikkäistä puista ja yleisten eläinten patsaista, 10 molemmilla puolilla tietä. Yksinkertainen taso koostui vain kohdeobjekteista, kun taas monimutkainen taso koostui näiden lisäksi 20 yleisestä ulkoilmaobjektista, jotka toimivat häiriötekijöinä (esimerkiksi bussit, suihkulähteet, penkit). Laajennettu taso puolestaan sisälsi kohdeobjektien ja monimutkaisen tason häiriötekijöiden lisäksi kahdeksan auditiivista häiriötekijää (esimerkiksi ambulanssin hälytysääni, haukkuva koira) ja kahdeksan pientä visuaalista liikkuvaa häiriötekijää (esimerkiksi tien yli vierivä rullalauta, tien poikki lentävä paperilennokki). (Buxbaum ym. 2012.)

Virtuaalitodellisuuteen perustuvat arviointimenetelmät havainnoivat neglectiä myös kolmiulotteisten klassisten arviointitestien avulla (Fordell ym. 2011, Tanaka ym. 2010). Ensimmäisessä tutkimuksessa tutkijat suunnittelivat virtuaalitodellisuuteen oman arviointitestipatteristonsa (VR Diagnostic Test Battery, lyh. VR-DiSTRO), joka koostui neljän klassisen neglect-arviointitestin virtuaalisista versioista. Stereolasit, tietokonemonitori ja -ohjelmisto loivat yhdessä kolmiulotteisen näkymän virtuaaliympäristöstä. Tutkittavat käyttivät lisäksi robottikynää, jonka avulla objekteja pystyttiin liikuttamaan ja kääntämään pituus-, leveys- ja syvyysuunnassa. Robottikynä nähtiin ruudulla kynänä tai keppinä ja tapahtumat kulkivat reaaliajassa. Tutkittavan käsi sai myös realistisen tuntoaistimukseen perustuvan palautteen käytetystä voimasta ja objektien yhteentörmäyksistä robottikynän avulla. (Fordell ym. 2011.) Toisessa tutkimuksessa VT-järjestelmä koostui Charge-Coupled Device (CCD) -kamerasta, tietokoneesta, digitaalisesta videokamerasta ja päähän asetettavasta HMD-näyttölaitteesta. Tutkittavat suorittivat modifioituja versioita klassisesta viivojen etsintätehtävästä kuudessa eri testiolosuhteessa, joita käsiteltiin eri tavoin neglect-alueiden löytämiseksi ja tunnistamiseksi: kuvakoko oli joko suurennettu, todellinen tai pienennetty, näkökentän koordinaatteja muunneltiin eri tavoin ja joissakin testiolosuhteissa tutkittavan liikkeitä seurattiin ja vasemmalla puolella näyttöä vilkkui nuolia, jotka toimivat vihjeinä. Menetelmä todettiin käyttökelpoiseksi sekä neglect-oireen arvioinnissa että kuntoutuksessa. (Tanaka ym. 2010.) Virtuaalitodellisuuteen perustuvat arviointimenetelmät on koottu taulukossa 4, jossa on kuvattu lisäksi käytetty laitteisto, virtuaaliympäristö ja tehtävät.

Taulukko 4. Virtuaalitodellisuuteen perustuvat neglectin arviointimenetelmät. Taulukko sisältää seuraavat tiedot: tutkimus, käytetty laitteisto, virtuaaliympäristö ja tehtävät.

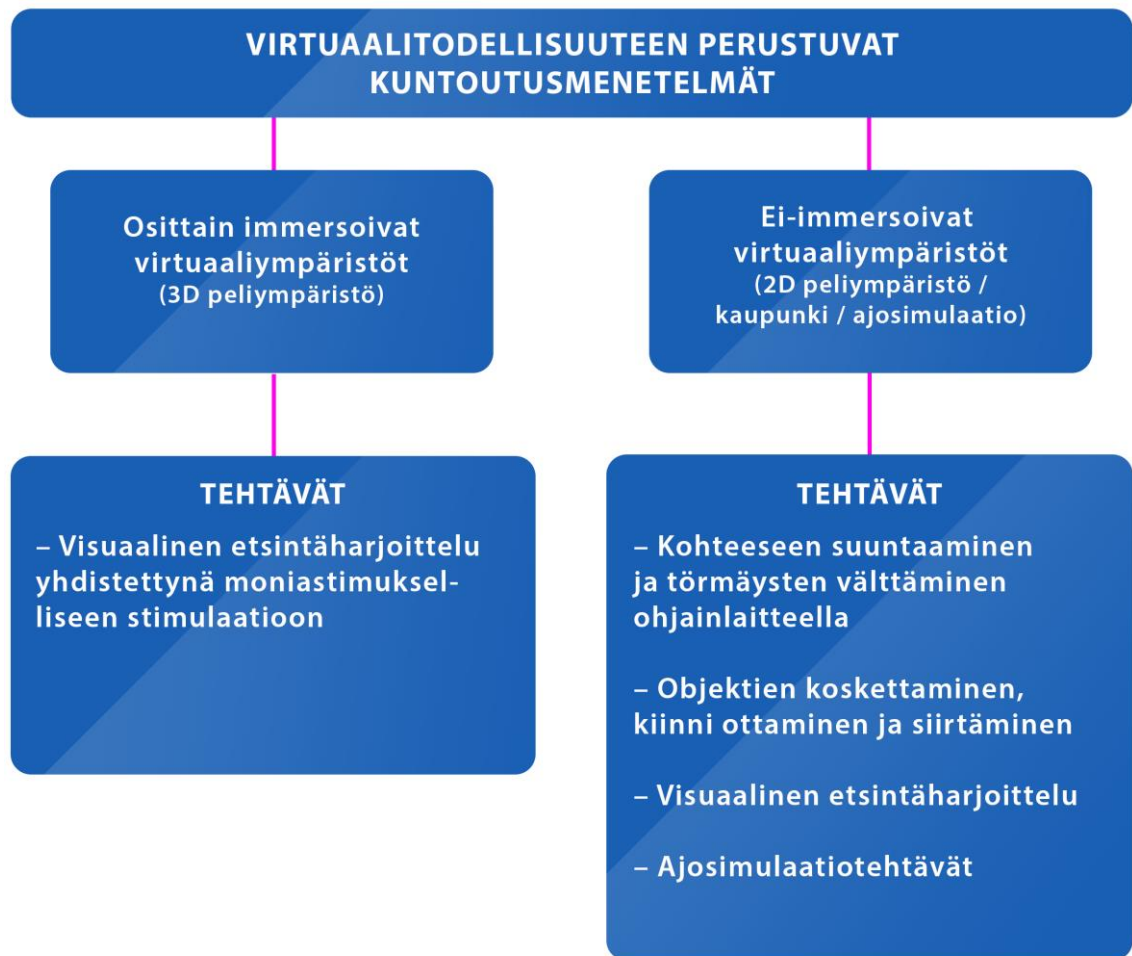
| Tutkimus | Käytetty laitteisto | Virtuaaliympäristö | Tehtävät |
|---------------------------|--|---------------------------------------|---|
| Aravind – Lamontagne 2017 | HMD*-näyttölaitte, pään liikkeiden, orientaation, kinematiikan tallennusjärjestelmä, ohjaussauva | Virtuaalinen huone, täysin immersoiva | Havainnoida liikkuvia esteitä, painaa nappia, kävellä maaliin välttämättä törmäyksiä |
| Aravind ym. 2015 | HMD-näyttölaitte, liikkeen tallennusjärjestelmä, ohjaussauva | Virtuaalinen huone, täysin immersoiva | Havainnoida liikkuvia esteitä, painaa nappia, liikkua ohjaussauvalla/kävellä maaliin välttämättä törmäyksiä |
| Aravind – Lamontagne 2014 | HMD-näyttölaitte, liikkeen tallennusjärjestelmä, ohjaussauva | Virtuaalinen huone, täysin immersoiva | Havainnoida liikkuvia esteitä, painaa nappia, kävellä maaliin välttämättä törmäyksiä |

| Tutkimus | Käytetty laitteisto | Virtuaaliympäristö | Tehtävät |
|------------------|---|---|--|
| Buxbaum ym. 2012 | PC, ohjaussauva | Virtuaalinen kaupunkiympäristö (VRLAT*), ei-immersoiva | Liikkua ohjassavalla/passiivisesti tietä pitkin välttämällä törmäyksiä, nimetä objekteja |
| Dvorkin ym. 2012 | 3D*-stereolasit, pään liikkeitä seuraava anturi, digitaalinen projektori, leukapide, pimennetty huone | Virtuaalinen huone ja 3D-avaruus (VRROOM*), semi-immersoiva | Havainnoida kohteita, painaa nappia |
| Fordell ym. 2011 | 3D-stereolasit, robottikynä, PC | Virtuaaliset klassiset arviointitestit, semi-immersoiva | Star Cancellation, Line Bisection, Visual Extinction, Baking Tray Task |
| Kim ym. 2010 | HMD-näyttölaite, pään liikkeitä seuraava anturi, PC, hiiri | Virtuaalinen kaupunkiympäristö, täysin immersoiva | Havainnoida kohteita, painaa nappia |
| Peskine ym. 2011 | HMD-näyttölaite, sähkömagneettinen anturikytkentä, hiiri | Virtuaalinen kaupunkiympäristö, täysin immersoiva | Liikkua kohteeseen painamalla nappia, laskea objekteja |
| Tanaka ym. 2010 | HMD-näyttölaite, CCD*-kamera, digitaalinen videokamera | Virtuaaliset klassiset arviointitestit, täysin immersoiva | Viivojen etsintätehtävä kuudessa eri testiolosuhteessa |

*) HMD = Head Mounted Display; 3D = three-dimensional, kolmiulotteinen; VRLAT = Virtual Reality Lateralized Attention Test; VRROOM = Virtual Reality and Robotics Optical Operations Machine; CCD = Charge-Coupled Device

5.3 Virtuaalitodellisuuden kuntoutusmenetelmät aivoverenkierron häiriön jälkeen esiintyvän neglect-oireen kuntoutuksessa

Kirjallisuushaun perusteella viisi tutkimusta käsitteli virtuaalitodellisuuteen perustuvia neglectin kuntoutusmenetelmiä. Nämä viisi kuntoutusmenetelmää on kuvattu kuviossa 4, jossa menetelmät on jaoteltu virtuaaliympäristön immersion perusteella eri luokkiin ja jaottelun perusteella kuvattu ympäristöissä suoritettavat tehtävät.



Kuvio 4. Virtuaalitodellisuuden perustuvat neglectin kuntoutusmenetelmät. Kuvio sisältää seuraavat tiedot: virtuaaliympäristöjen jaottelu immersion perusteella osittain ja ei-immersoiiviin ympäristöihin, ja jaottelun perusteella ympäristöissä suoritettavat tehtävät.

Neglectin kuntoutusmenetelmistä suurin osa perustui erilaisiin peliympäristöihin (Fordell ym. 2016, Kim ym. 2011, Sugarman ym. 2011). Yhdessä tutkimuksessa käytettiin RehAtt™-järjestelmää, jonka kolmiulotteisen virtuaalitodellisuuden peliympäristön tarkoituksena oli stimuloida tutkittavia moniaistimuksellisesti samalla, kun tutkittavat tekivät visuaalista etsintäharjoittelua. Järjestelmä koostui 3D-laseista, tietokoneen monitorista ja robottikynästä, joka antoi palautetta käytetystä voimasta ja sensorimotorista aktiivisuutta vasemmanpuoleiselle (vaurioon nähden vastakkaiselle) kädelle. Tutkittavat harjoittelivat ohjelmiston tehtävien parissa viiden viikon ajan kolme kertaa viikossa yhden tunnin kerrallaan, yhteensä 15 tuntia. Ensimmäisessä tehtävässä tutkittavat asettivat virtuaalisia hahmoja vastaavan muotoisen kuvion päälle. Toisessa tehtävässä tutkittavat poimivat ruudun oikeanpuoleiselta tarjottimelta kuutioita ja asettivat ne suoriin linjoihin pituus-, leveys- ja syvyys suunnassa. Kolmannessa tehtävässä kohteet (1–6 kuutiosta

muodostuneet muodot) ilmestyivät kasvavalla nopeudella ruudun yläpuolelta tai vasemmalta puolelta ja tehtävänä oli asettaa kohteet vastaavan muotoisen kuvion päälle. Robottikynän avulla 3D-figuureita pystyttiin koskettamaan, ottamaan kiinni ja pyörittämään sekä liikuttamaan ruudulla vasemmalta oikealle. Tarvittaessa vasemmanpuoleista kättä tuettiin käsipidikkeen avulla. (Fordell ym. 2016.)

Toiminnallista kaksiulotteista peliympäristöä käytettiin tutkimuksessa, jossa tutkittava harjoitteli SeeMe-virtuaaliodellisuusjärjestelmän parissa kerran viikossa yhden tunnin kerrallaan kahdeksan peräkkäisen viikon ajan. Systeemin videotallennusjärjestelmä tallensi tutkittavan vartalon ja raajojen liikkeet, minkä avulla tutkittava pystyi olemaan vuorovaikutuksessa virtuaaliympäristön kanssa, ja tutkittava näki itsensä ison monitorin ruudulta reaaliajassa. Kolmea SeeMe-järjestelmän tehtävää käytettiin neglect-oireen kuntouttamiseen ja neljättä tehtävää arviointiin. Simuloidut tehtävät olivat toiminnallisia, kuten esimerkiksi virtuaalipallojen koskettaminen. (Sugarman ym. 2011.)

Satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa hyödynnettiin myös toiminnallista kaksiulotteista peliympäristöä. IREX-virtuaaliodellisuusjärjestelmä koostui monitorista, tietokonetunnisteisista käsineistä, virtuaaliesineistä ja videokamerasta, joka tunnisti tutkittavan istuma-asennon ja siirsi hänestä kuvan virtuaaliympäristöön. Tutkittavat harjoittelivat viitenä päivänä viikossa 30 minuuttia kerrallaan kolmen peräkkäisen viikon ajan. Tutkittavien tehtävinä oli koskettaa lentävää palloa terveellä (oikealla) kädellä, jotta se muuttui linnuksi, ottaa kiinni puusta putoavia kookospähkinöitä sekä siirtää laatikko ruudun vastakkaiselle puolelle. Kaikki tutkittavat istuivat pyörätuolissa, sillä he eivät voineet harjoitella seisten. Terapeutit kannustivat tutkittavia harjoittelun aikana ja jokainen tehtävä toistettiin kolme kertaa. Kontrolliryhmä vastaanotti tavanomaista neglect-terapiaa, ja kaikki tutkittavat saivat samalla intensiteetillä ja ajanjaksolla fysioterapiaa, toimintaterapiaa ja kognitiivista terapiaa. (Kim ym. 2011.)

Toisenlaisessa satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa koeryhmä ja kontrolliryhmä tekivät kaksiulotteisessa virtuaaliympäristössä visuaalista etsintäharjoittelua ja ajosimulaatiotehtäviä. Ajosimulaation ensimmäisessä tehtävässä tutkittavat pitivät sijaintia ajotien keskellä samalla, kun auto liikkui 50 km/h. Toisen tehtävän aikana tutkittavat havainnoivat suuria suorakulman muotoisia kohdepisteitä ajomaisemasta. Kumpikin ryhmä harjoitteli kuuden viikon ajan viitenä päivänä viikossa yhden tunnin kerrallaan. Kuntoutuksen viikoilla 4–6 koeryhmän harjoitteluun liitettiin lisäksi kaksoistehtäväharjoittelua, jossa edellä mainitut tehtävät suoritettiin samanaikaisesti. (van Kessel ym. 2013.)

Yksi virtuaalitodellisuuteen perustuvista kuntoutusmenetelmistä perustui virtuaaliympäristöön, joka jäljitteli tosielämän kaupunkiympäristöä. Tutkimuksen tekijät suunnittelivat edullisen virtuaalisen kadunylityssysteemin (VR Street Crossing Test, lyh. VRSCT), joka koostui tietokoneesta, LCD-näytöstä, audio-visuaalisesta pään liikkeitä seuraavasta järjestelmästä ja ohjaussauvasta. Tutkittavien tehtävänä oli ylittää kaksisuuntainen tie mennekseen isoon tavarataloon ja palatakseen sieltä niin nopeasti ja turvallisesti kuin mahdollista. Tehtävä toistettiin kaksi kertaa peräkkäin ja onnettomuuksia sai sattua matkalla korkeintaan neljä. Tutkittavat saivat audiovisuaalisen palautteen lähestyvistä autosta (torven ääni) ja onnettomuuden sattuessa (kirskuva jarrujen ääni ja varoitusteksti). Ennen testin aloittamista, tutkittavat tekivät harjoittelukokeen ilman liikennettä tai muita häiriötekijöitä, millä tutkittavat totutettiin laitteistoon ja ohjelmistoon. (Navarro ym. 2013.) Virtuaalitodellisuuteen perustuvat kuntoutusmenetelmät on koottu taulukossa 5, jossa on kuvattu lisäksi käytetty laitteisto, virtuaaliympäristö ja tehtävät.

Taulukko 5. Virtuaalitodellisuuteen perustuvat neglectin kuntoutusmenetelmät. Taulukko sisältää seuraavat tiedot: tutkimus, käytetty laitteisto, virtuaaliympäristö ja tehtävät.

| Tutkimus | Käytetty laitteisto | Virtuaaliympäristö | Tehtävät |
|---------------------|--|--|--|
| Fordell ym. 2016 | 3D*-lasit, PC-monitori, robottikynä, käsipidike | 3D-peliympäristö (RehAtt™*), semi-immersoiva | Visuaalinen etsintäharjoittelu yhdistettynä moniaistimukselliseen stimulaatioon |
| Kim ym. 2011 | PC-monitori, videokamera, tietokonetunnistiset käsineet | Toiminnallinen 2D-peliympäristö (IREX*), ei-immersoiva | Objektien koskettaminen, kiinni ottaminen ja siirtäminen |
| Navarro ym. 2013 | PC, ohjaussauva, audio-visuaalinen pään liikkeitä seuraava järjestelmä, LCD-näyttö | Virtuaalinen kaupunkiympäristö (VRSCT*), ei-immersoiva | Liikkua ohjaussauvalla tien yli kohteeseen niin nopeasti kuin mahdollista välttämällä törmäyksiä |
| Sugarman ym. 2011 | Monitori, liikkeiden ja asennon videotallennusjärjestelmä | Toiminnallinen 2D-peliympäristö (SeeMe*), ei-immersoiva | Simuloituja toiminnallisia tehtäviä, kuten objektien koskettaminen |
| van Kessel ym. 2013 | PC, projektori, näyttö, painettava nappi | Virtuaaliset klassiset arviointitestit ja ajosimulaatio, ei-immersoiva | Visuaalinen etsintäharjoittelu (TSVS*), ajosimulaatiotehtäviä |

*) 3D = three-dimensional, kolmiulotteinen; RehAtt™ = VT-systeemi; IREX = VT-systeemi; VRSCT = Virtual Reality Street Crossing Test; SeeMe = VT-systeemi; TSVS = Tietokoneistettu visuaalinen etsintäharjoittelu

5.4 Virtuaaliodellisuuden perustuvan kuntoutuksen vaikuttavuus neglect-oireen parantamiseen

Kirjallisuushaun perusteella löytyi yksi satunnaistettu kontrolloitu tutkimus, jossa tutkittiin virtuaaliodellisuuden perustuvan kuntoutuksen vaikuttavuutta aivoverenkierron häiriön jälkeiseen neglect-oireeseen. Tutkittavat satunnaistettiin kahteen ryhmään, joista 12 neglect-potilaan koeryhmä teki aktiivisista ylävartalon toimista koostuvaa VT-harjoittelua ja 12 neglect-potilaan kontrolliryhmä vastaanotti tavanomaista neglect-terapiaa, kuten visuaalista etsintäharjoittelua. Kaikkien tutkittavien dominoiva raaja oli oikea ja heillä oli ollut oikeanpuoleinen aivoverisuonitus. Ryhmillä ei ollut merkittäviä eroja iässä tai aivoverenkiertohäiriön jälkeen kuluneessa ajassa. Molemmat ryhmät harjoittelivat viitenä päivänä viikossa 30 minuuttia kerrallaan kolmen peräkkäisen viikon ajan ja saivat lisäksi samalla intensiteetillä ja ajanjaksolla fysioterapiaa, toimintaterapiaa sekä kognitiivista terapiaa. Kaikki tutkittavat suorittivat neljä tavanomaista neglectin arviointitestiä ennen harjoittelua ja heti harjoittelun jälkeen. (Kim ym. 2011.)

Harjoittelun jälkeen kaikki tutkittavat paransivat tuloksia merkittävästi kaikissa tavanomaisissa arviointitesteissä, mutta kahden testin (Star Cancellation Test ja Catherine Bergego Scale) tulokset paranivat koeryhmässä merkittävästi enemmän ($p < 0,05$) kuin kontrolliryhmässä. Yhdessä tavanomaisessa arviointitestissä (Line Bisection Test) tai mitattaessa toiminnallista itsenäisyyttä (Korean Version of the Biscetion Test) merkittäviä ryhmien välisiä eroja ei löytynyt. Tutkimuksen tulosten perusteella neglect-potilaille suunnattu VT-harjoittelu, joka stimuloi vasenta hemipuolta, on vaikuttavampaa kuin visuaalinen etsintäharjoittelu neglect-oireen parantamiseen potilailla, joilla on ollut akuutti tai subakuutti aivoverenkiertohäiriö. (Kim ym. 2011.)

6 Pohdinta

Tämän narratiivisen kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli selvittää, millaisia virtuaalitodellisuuden perustuvia menetelmiä on käytetty aivoverenkiertohäiriön jälkeen esiintyvän neglect-oireen arvioinnissa ja kuntoutuksessa. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää, millaista vaikuttavuutta virtuaalitodellisuuden perustuvalla kuntoutuksella on neglect-oireen parantamiseen kirjallisuuden perusteella. Tämän katsauksen aineistoksi muodostui 14 tutkimusta, joista yhdeksän käsitteli virtuaalitodellisuuden perustuvia arviointimenetelmiä ja viisi kuntoutusmenetelmiä. Valitut tutkimukset olivat varsin heterogeenisiä käytetyn laitteiston, neglectin arviointimittareiden, virtuaaliympäristöjen ja harjoittelun intensiteetin suhteen. Tutkimusryhmät ovat olleet myös suhteellisen pieniä, mikä on hyvä huomioida tuloksia tarkastellessa.

Virtuaalitodellisuuden perustuvilla menetelmillä on arvioitu neglect-potilaiden kykyä havaita liikkuvia ärsykejä ja välttää yhteentörmäyksiä eri suunnista lähestyvien esteiden kanssa kolmiulotteisessa ympäristössä (Aravind – Lamontagne 2014, Aravind ym. 2015, Aravind – Lamontagne 2017). Kolmiulotteisia virtuaaliympäristöjä on käytetty myös neglect-potilaiden avaruudellisen hahmottamisen arvioimiseksi (Dvorkin ym. 2012) ja parantamiseksi (Fordell ym. 2016), ja HMD-näyttölaitteen avulla on pyritty ymmärtämään neglectin patologiaa aikaisempaa tietämystä täsmällisemmin (Tanaka ym. 2010). Kaksiulotteisissa virtuaaliympäristöissä on puolestaan selvitetty kaksoistehtäväharjoittelun vaikutusta tietokoneistetun visuaalisen etsintäharjoittelun tuloksellisuuteen (van Kessel ym. 2013) ja tutkittu, millaista vaikuttavuutta virtuaalitodellisuuden perustuvalla kuntoutuksella on neglect-oireen parantamiseen verrattuna tavanomaisiin kuntoutusohjelmiin (Kim ym. 2011). Lisäksi erilaisten VT-menetelmien luotettavuutta, soveltuvuutta ja käytettävyyttä on selvitetty sekä neglect-oireen arvioinnissa että kuntoutuksessa (Buxbaum ym. 2010, Fordell ym. 2011, Kim ym. 2010, Navarro ym. 2013, Peskine ym. 2011, Sugarman ym. 2011).

Katsauksen perusteella virtuaalitodellisuuden perustuvilla arviointimenetelmillä neglectiä pystytään havaitsemaan ja arvioimaan tarkemmin kuin tavanomaisten kynä-paperitestien avulla, ja tämä nojaa myös aikaisempaan tutkimustietoon (Tsirlin ym. 2009). Virtuaalitodellisuuden avulla neglectiä voidaan arvioida helposti ja turvallisesti (Aravind – Lamontagne 2014, Aravind ym. 2015, Aravind – Lamontagne 2017, Kim ym. 2010), ja tutkimuksissa VT-arviointimenetelmien on todettu havaitsevan neglectiä tavanomaisia arviointitestejä paremmin (Buxbaum ym. 2010, Dvorkin ym. 2012, Peskine ym. 2011,

Tanaka ym. 2010). Virtuaalitodellisuuden käyttö auttaa merkittävästi reaktioaikojen tarkassa mittaamisessa (Kim ym. 2010), ja virtuaaliset laitteet ja ohjelmistot tarjoavat tietoa kuntoutujan pään, silmien, raajojen ja vartalon liikkeistä (Dvorkin ym. 2012, Kim ym. 2011, Kim ym. 2010, Navarro ym. 2013, Peskine ym. 2011, Sugarman ym. 2011). Tutkimuksissa virtuaalitekniologialla on pystytty havaitsemaan selkeitä ajallisia eroja kuntoutujan oikean- ja vasemmanpuoleisten liikkeiden välillä (Sugarman ym. 2011), ja VT-arviointitestien tulokset ovat ennakoineet neglect-potilailla arjessa tapahtuvia törmäilyjä vasemmalla puolella oleviin esteisiin tavanomaisia arviointitestejä paremmin (Buxbaum ym. 2010).

Virtuaalitodellisuuden avulla neglect-potilaita voidaan arvioida ja kuntouttaa tehtävillä, jotka ovat olennaisia jokapäiväisessä elämässä, mutta turvattomia toteutettavaksi todellisessa elinympäristössä. Tutkimuksissa virtuaaliympäristöissä on harjoiteltu erilaisia päivittäisiä toimintoja, kuten kadunylitystä (Buxbaum ym. 2012, Kim ym. 2010, Navarro ym. 2013, Peskine ym. 2011) ja autolla ajamista (van Kessel ym. 2013), ja erityisesti kuntoutuksessa on käytetty erilaisia toiminnallisia peliympäristöjä (Fordell ym. 2016, Kim ym. 2011, Sugarman ym. 2011). Kuntoutuksen tehostamiseksi toiminnallisen harjoittelun tulisi sisältää myös erilaisia liikevaatimuksia ja tehtävien vaihtelua (Vahlberg – Hellström 2008), ja tämän toteuttamiseksi virtuaaliympäristöä on usein helppo säädellä esimerkiksi muuttamalla virtuaaliesineiden kokoa, muotoa ja sijaintia (Buxbaum ym. 2012, Fordell ym. 2016) tai vaihtamalla ärsykkeiden nopeutta ja suuntaa (Aravind – Lamontagne 2014, Aravind ym. 2015, Aravind – Lamontagne 2017, Dvorkin ym. 2012, Kim ym. 2010). Erilaisia harjoitteita voidaan toteuttaa myös saman VT-järjestelmän sisällä, ja osa VT-menetelmistä on todettu käyttökelpoiseksi sekä neglect-oireen arviointi- että kuntoutusmenetelmänä (Tanaka ym. 2010, Sugarman ym. 2011).

Virtuaalitodellisuuteen perustuva kuntoutus näyttäisi mahdollistavan intensiivisen tehtäväkeskeisen harjoittelun, sillä tutkimuksissa neglect-potilaat ovat saaneet kuntoutusta parhaimmillaan viitenä päivänä viikossa tunnin kerrallaan kuuden peräkkäisen viikon ajan (van Kessel ym. 2013) tai tavanomaisen kuntoutuksen lisänä (Kim ym. 2011). Käytännössä riittävän intensiivinen harjoittelu on mahdollista kuitenkin vain moniammatillisessa laituskuntoutuksessa, jonka jälkeen kuntoutus voi olla aiempaa harvajaksoisempaa ja seurantatyypistä (Jehkonen ym. 2013). Riittävän tiheän harjoittelun lisäksi kuntoutumisen kannalta keskeistä on aivojen plastisiteetti eli muovautuvuus, joka on suurimmillaan ensimmäisinä kuukausina aivoverenkierron häiriön jälkeen (Kaste ym. 2015b). Tutkimuksissa virtuaalitodellisuuteen perustuvaa kuntoutusta on kokeiltu tähän

nähden melko myöhään, osassa reilusti yli kuuden kuukauden jälkeen. Virtuaaliympäristöt tarjoavat kuitenkin moniaistimuksellista stimulaatiota ja erilaisia visuaalisia, somatosensorisia ja auditiivisia palautteita toiminnasta, mikä edistää hermoverkkojen uudelleen järjestäytymistä (Brochard ym. 2010: 684). Virtuaaliympäristössä vaaditaan usein nopeita ja dynaamisia reaktioita ärsykkeisiin, jolloin se saadaan muistuttamaan luonnollista elinympäristöä. Tämä on merkittävä etu, sillä taitojen kehittyminen voi näkyä arjessa ja edistää toimintakyvyn palautumista. Useissa tutkimuksissa on hyödynnetty erityisesti liikuvia ärsykeitä, joiden käyttö saattaa edistää potilaan tarkkaavuuden suuntaamista vaurioon nähden vastakkaiselle puolelle (Aravind – Lamontagne 2014, Aravind ym. 2015, Aravind – Lamontagne 2017, Dvorkin ym. 2012, Buxbaum ym. 2012, Kim ym. 2010, Kim ym. 2011, Navarro ym. 2013, Tanaka ym. 2010).

Katsauksen perusteella useimmat virtuaalitodellisuuteen perustuvat menetelmät huomioivat aivoverenkiertohäiriöön sairastuneiden potilaiden erityistarpeet ja tarjoavat kuntoutujille erilaisia ergonomisia ratkaisuja käytettäväksi VT-järjestelmän kanssa. Aivoverenkiertohäiriöön sairastumisen jälkeen kuntoutujat käyttävät tyypillisesti pyörätuolia liikumiseen (Tsirlin ym. 2009), mikä on huomioitu suurimmassa osassa tutkimuksista, sillä suurinta osaa VT-järjestelmistä on käytetty tuolin tai pyörätuolin kanssa (Aravind – Lamontagne 2014, Aravind ym. 2015, Aravind – Lamontagne 2017, Dvorkin ym. 2012, Fordell ym. 2016, Kim ym. 2011, Peskine ym. 2011, Sugarman ym. 2011, Tanaka ym. 2010, van Kessel ym. 2013). Lisäksi VT-järjestelmiä on usein pystytty helposti hallinnoimaan yhdellä kädellä (Dvorkin ym. 2012, Fordell ym. 2011, Kim ym. 2010, Kim ym. 2011), mistä on suurta etua neglect-potilaille, sillä toispuolinen raajahalvaus on hyvin tyypillinen neglectin liitännäisoire. Tämän vuoksi VT-systeemin käytettävyyttä neglectin kuntoutuksessa on myös hyvin tärkeä arvioida, kuten esimerkiksi Kim ym. (2011), Navarro ym. (2013) ja van Kessel ym. (2013) tutkimuksissaan ovat tehneet. Arviointitestien tekeminen tietokoneistetussa ympäristössä ei vaikuta olevan esteenä ikääntyneillekään kuntoutujille (Fordell ym. 2011), ja käyttäjät ovat kokeneet tunteen virtuaaliympäristöön uppoamisesta jo aivan edullisesta, tietokonepohjaisesta VT-järjestelmästä lähtien (Navarro ym. 2013).

Katsauksessa selvisi, että virtuaalitodellisuuteen perustuvan kuntoutuksen vaikuttavuudesta neglect-oireen parantamiseen ja tulosten pysyvyydestä ei vielä löytynyt riittävästi tutkimustietoa. Tutkitut menetelmät ovat heikosti vertailtavissa, sillä käytetty laitteisto, arviointimittarit, virtuaaliympäristö ja harjoittelun intensiivisyys vaihtelevat tutkimuskoh-

taisesti. Tutkimuksissa arviointitestien tulokset ovat kuitenkin parantuneet heti VT-kuntoutusjakson jälkeen (Fordell ym. 2016, Kim ym. 2011, Sugarman ym. 2011, van Kessel ym. 2013), joskin tulosten pysyvyys on osoitettu vain yhdessä tutkimuksessa (Fordell ym. 2016), ja tutkimusryhmät ovat olleet suhteellisen pieniä. Neglectin ja sen eri ilmenemismuotojen määritelmässä on myös tutkimuskohtaisia eroja. Julkaisussa neglectin heterogeenisen oirekuvan jaottelu tuodaan harvoin ilmi, sillä eri aistialueiden (visuaalinen, auditiivinen, taktiilinen, motorinen) lisäksi neglectiä kuvaava termi voi koskea omaa kehoa (personaalinen neglect), mielikuvia (representationaalinen neglect) sekä käden ulottuvilla olevaa tai ulkoista toimintatilaa (peripersonaalinen ja ekstrapersonaalinen neglect) (Hokkanen 2014a).

Tutkimustulosten perusteella virtuaalitodellisuuden perustuvat arviointi- ja kuntoutusmenetelmät vaikuttavat lupaavilta aivoverenkierron häiriön jälkeen esiintyvän neglect-oireen arvioinnissa ja kuntoutuksessa, mutta aiheesta tarvitaan vielä lisätutkimusta. Jatkossa tarvitaan riittäviä seuranta-aikoja kuntoutuksen hyötyjen ja vaikutusten pysyvyyden osoittamiseksi, ja toisaalta kuntoutusta tulisi kokeilla jo aivoverenkiertohäiriöön sairastumisen akuuttivaiheessa virtuaaliympäristön tarjoaman moniaistimuksellisen stimulaation ja motivoivan harjoitteluympäristön vuoksi. Kuntoutuskokeilua tarvitaan erityisesti täysin immersoivassa virtuaaliympäristössä, sillä nyt jo tiedetään, että täysin immersoivalla ympäristöllä saattaa olla positiivisia vaikutuksia motorisen toimintakyvyn parantumiseen ainakin terveillä yksilöillä (Fu ym. 2015). Lisäksi vain osassa tutkimuksista VT-menetelmiä on verrattu tavanomaisten menetelmien kanssa (Aravind – Lamontagne 2014, Aravind ym. 2015, Aravind – Lamontagne 2017, Kim ym. 2010, Kim ym. 2011, van Kessel ym. 2013), ja harjoittelun tuloksia on verrattu kontrolliryhmään vain harvoin (Buxbaum ym. 2012, Kim ym. 2010, Navarro ym. 2013, Peskine ym. 2011). Tutkimuksia tulisi yhtenäistää käytetyn laitteiston, virtuaaliympäristöjen, arviointimenetelmien ja harjoittelun intensiteetin suhteen, jotta ne olisivat paremmin verrattavissa keskenään, ja jatkossa tarvitaan yhteisesti sovittuja määritelmiä neglectin eri ilmenemismuodoille.

Tämän narratiivisen kirjallisuuskatsauksen perusteella virtuaalitodellisuus luo merkittäviä mahdollisuuksia tehokkaiden neglectin arviointi- ja kuntoutuskäytäntöjen kehittämiseen, sillä se tarjoaa monipuolisia, vaihtelevia ja helposti hallittavissa olevia ympäristöjä. Hyödyllisen kognitiivisen harjoittelun voidaan nyt jo todeta olevan monipuolista, intensiivistä, johdonmukaista, riittävän pitkäkestoista ja oireeseen kohdentuvaa (Jehkonen ym. 2013), mutta jatkossa tarvitaan lisää tutkimuksia virtuaalitodellisuuden perustuvan kun-

toutuksen vaikuttavuuden arvioimiseksi. Tutkimustiedon lisääntyessä ja virtuaalitodellisuuslaitteistojen kehitysvaiheen jälkeen lupaavimmat sovellukset valikoitunevat kliiniseen käyttöön, jolloin tutkimusten vertailtavuus ja pitkäaikaistulokset selkiytyvät. Tulevaisuudessa myös selvinnee, millaisia vaikutusmekanismeja eri menetelmillä on neglectpotilaiden kuntoutusprosessin eri vaiheissa ja erilaisten aivovaurioiden yhteydessä.

Lähteet

Aravind, Gayatri – Lamontagne, Anouk 2017. Effect of visuospatial neglect on spatial navigation and heading after stroke. Article in press. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. Verkkodokumentti. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2017.05.002>>. Luettu 4.7.2017.

Aravind, Gayatri – Lamontagne, Anouk 2014. Perceptual and locomotor factors affect obstacle avoidance in persons with visuospatial neglect. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 11 (38).

Aravind, Gayatri – Darekar, Anuja – Fung, Joyce – Lamontagne, Anouk 2015. Virtual reality-based navigation task to reveal obstacle avoidance performance in individuals with visuospatial neglect. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 23 (2). 179–188.

Brochard, S. – Robertson, J. – Medee, B. – Remy-Neris, O. 2010. What's new in new technologies for upper extremity rehabilitation? *Current Opinion in Neurology* 23 (6). 683–687.

Buxbaum, Laurel J. – Dawson, Amanda M. – Linsley, Drew 2012. Reliability and validity of the virtual reality lateralized attention test in assessing hemispatial neglect in right-hemisphere stroke 26 (4). 430–441.

Buxbaum, L. J. – Ferraro, M. K. – Veramonti, T. – Farne, A. – Whyte, J. – Ladavas, E. – Coslett, H. B. 2004. Hemispatial neglect: subtypes, neuroanatomy, and disability. *Neurology* 62 (5). 749–756.

Corbetta, D. – Imeri, F. – Gatti, R. 2015. Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*. 61 (3).117–124.

Dvorkin, Assaf Y. – Bogey, Ross A. – Harvey, Richard L. – Patton, James L. 2012. Mapping the neglected space: Gradients of detection revealed by virtual reality. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 26 (2). 120–131.

Fordell, H. – Bodin, K. – Bucht, G. – Malm, J. 2011. A virtual reality test battery for assessment and screening of spatial neglect. *Acta Neurologica Scandinavica* 123 (3). 167–174.

Fordell, Helena H. – Bodin, Kenneth – Eklund, Anders – Malm, Jan 2016. RehAtt – scanning training for neglect enhanced by multi-sensory stimulation in Virtual Reality. *Topics in Stroke Rehabilitation* 23 (3). 191–199.

Fu, Michael J. – Knutson, Jayme – Chae, John 2015. Stroke rehabilitation using virtual environments. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* 26 (4). 747–757.

Gutierrez, Mario – Vexo, F. – Thalmann, Daniel 2008. *Stepping into Virtual Reality*. London: Springer-Verlag.

Hokkanen, Laura – Laine, Matti – Hietanen, Marja – Hänninen, Tuomo – Jehkonen, Mervi – Pulliainen, Veijo – Kuikka, Pekka 2014a. Neglect ja siihen liittyvät neuropsykologiset liitännäisoireet. Teoksessa Soinila, Seppo (toim.) – Kaste, Markku (toim.): Neurologia. Jatkuva julkaisu. Duodecim Oppiportti: Kustannus Oy Duodecim. Verkkodokumentti. <<http://www.oppoportti.fi/op/opk04598>>. Artikkelin tunnus: neu00041 (007.030). Luettu 3.11.2017.

Hokkanen, Laura – Laine, Matti – Hietanen, Marja – Hänninen, Tuomo – Jehkonen, Mervi – Pulliainen, Veijo – Kuikka, Pekka 2014b. Kognitiivisten häiriöiden tutkimusmenetelmät. Teoksessa Soinila, Seppo (toim.) – Kaste, Markku (toim.): Neurologia. Jatkuva julkaisu. Duodecim Oppiportti: Kustannus Oy Duodecim. Verkkodokumentti. <<http://www.oppoportti.fi/op/opk04598>>. Artikkelin tunnus: neu00047 (007.060). Luettu 3.11.2017.

Holden, Maureen K. 2005. Virtual Environments for Motor Rehabilitation: Review. *CyberPsychology & Behavior* 8 (3). 187–211.

Imam, Bitu – Jarus Tal 2014. Virtual Reality Rehabilitation from Social Cognitive and Motor Learning Theoretical Perspectives in Stroke Population. *Rehabilitation Research and Practice* 2014: 594540.

Jehkonen, Mervi – Kettunen, Jani E. – Laihosalo, Mari – Saunamäki, Tiia 2007. Oikean aivopuoliskon verenkiertohäiriön jälkeen esiintyvä neglect-oire. *Duodecim* 123 (14). 1718–1724.

Jehkonen, Mervi – Yliranta, Aino – Rasimus, Susanna – Saunamäki, Tiia 2013. Neglect-oire aivoverenkierron häiriön jälkeen – potilaan neuropsykologinen kuntoutus. *Duodecim* 129 (5). 506–513.

Kaste, Markku – Hernesniemi, Juha – Juvela, Seppo – Lindsberg, Perttu J. – Palomäki, Heikki – Rissanen, Aimo – Roine, Risto O. – Sivenius, Juhani – Vikatmaa, Pirkka 2015a. Aivoverenkiertohäiriöt; johdanto. Teoksessa Soinila, Seppo (toim.) – Kaste, Markku (toim.): Neurologia. Jatkuva julkaisu. Duodecim Oppiportti: Kustannus Oy Duodecim. Verkkodokumentti. <<http://www.oppoportti.fi/op/opk04598>>. Artikkelin tunnus: neu00127 (017.005). Luettu 3.11.2017.

Kaste, Markku – Hernesniemi, Juha – Juvela, Seppo – Lindsberg, Perttu J. – Palomäki, Heikki – Rissanen, Aimo – Roine, Risto O. – Sivenius, Juhani – Vikatmaa, Pirkka 2015b. Aivoverenkiertohäiriöstä toipuminen ja kuntoutus. Teoksessa Soinila, Seppo (toim.) – Kaste, Markku (toim.): Neurologia. Jatkuva julkaisu. Duodecim Oppiportti: Kustannus Oy Duodecim. Verkkodokumentti. <<http://www.oppoportti.fi/op/opk04598>>. Artikkelin tunnus: neu00144 (017.090). Luettu 3.11.2017.

Kim, D. Y. – Ku, J. – Chang, W. H. – Park, T. H. – Lim, J. Y. – Han, K. – Kim, I. Y. – Kim, S. I. 2010. Assessment of post-stroke extrapersonal neglect using a three-dimensional immersive virtual street crossing program. *Acta Neurologica Scandinavica* 121 (3). 171–177.

Kim, Yong Mi – Chun, Min Ho – Yun, Gi Jeong – Song, Young Jin – Young, Han Eun 2011. The effect of virtual reality training on unilateral spatial neglect in stroke patients. *Annals of Rehabilitation Medicine* 35 (3). 309–315.

Laver, K. E. – George, S. – Thomas, S. – Deutsch, J. E. – Crotty, M. 2015. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev.* 12 (2).

Levac, Danielle E. – Galvin, Jane 2013. When is virtual reality “therapy”? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 94 (4). 795–798.

Lohse Keith R. – Hilderman, Courtney G. E. – Cheung Katharine L. – Tatla Sandy – Van der Loos, H. F. Machiel 2014. Virtual reality therapy for adults post-stroke: a systematic review and meta-analysis exploring virtual environments and commercial games in therapy. *PLoS ONE* 9 (3).

Navarro, María-Dolores – Lloréns, Roberto – Noé, Enrique – Ferri, Joan – Alcañiz, Mariano 2013. Validation of a low-cost virtual reality system for training street-crossing. A comparative study in healthy, neglected and non-neglected stroke individuals. *Neuropsychological Rehabilitation* 23 (4). 597–618.

Peskine, Anne – Rosso, Charlotte – Box, Natacha – Galland, Aurélie – Caron, Elsa – Rautureau, Gilles – Jouvent, Roland – Pradat-Diehl, Pascale 2011. Virtual reality assessment for visuospatial neglect: importance of a dynamic task. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 82 (12). 1407–1409.

Schultheis Maria T. – Rizzo Albert A. 2002. Application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehabilitation Psychology* 46 (3). 296–311.

Sugarman, Heidi – Weisel-Eichler, Aviva – Burstin, Arie – Brown, Riki 2011. Use of novel virtual reality system for the assessment and treatment of unilateral spatial neglect: a feasibility study. 2011 International Conference on Virtual Rehabilitation, ICVR. DOI: 10.1109/ICVR.2011.5971859.

Tanaka, Toshiaki – Ifukube, Tohru – Sugihara, Shunichi – Izumi, Takashi 2010. A case study of new assessment and training of unilateral spatial neglect in stroke patients: effect of visual image transformation and visual stimulation by using a head mounted display system (HMD). *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 7 (20).

Tsirlin, I. – Dupierriex, E. – Chokron, S. – Coquillart, S. – Ohlmann, T. 2009. Uses of virtual reality for diagnosis, rehabilitation and study of unilateral spatial neglect: review and analysis. *Cyberpsychol Behav* 12 (2). 175–181.

Vahlberg, Birgit – Hellström, Karin 2008. Treatment and assessment of neglect after stroke from a physiotherapy perspective: A systematic review. *Advances in Physiotherapy* 10. 178–187.

van Kessel, M. E. – Geurts, A. C. H. – Brouwer, W. H. – Fasotti, L. 2013. Visual scanning training for neglect after stroke with and without a computerized lane tracking dual task. *Frontiers in Human Neuroscience* 7: 358.