



## **NEUROPSY OPEN**

Kliinisen Neuropsykologian Verkkojulkaisu  
Electronic Publication on Clinical Neuropsychology

Helsingin yliopisto, University of Helsinki, 1/2021

Päätoimittaja

Laura Hokkanen

Toimituskunta

Hanna Jokinen-Salmela

Sanna Koskinen

Marja Laasonen

Petriina Munck

Johanna Rosenqvist

Annamari Tuulio-Henriksson

Maarit Virta

Kannen kuva Annamari Tuulio-Henriksson

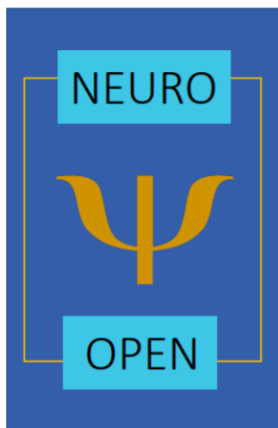
ISSN 2670-269X

Helsingin yliopiston kirjasto, Editori

Open Journals Systems (OJS)

[journals.helsinki.fi](http://journals.helsinki.fi)

Päätoimittajalta, From the editor	1
Mönkkönen Anne, Autististen lasten varhaisen kuntoutuksen vaikutus jaetun tarkkaavaisuuden taitojen kehittymiseen: systemaattinen kirjallisuuskatsaus	2
Alzamora Anna-Kaisa, Virtual reality (VR) interventions in cognitive rehabilitation among adolescents with autism spectrum disorder	14
Daavittila Sara, Siponkoski Sini-Tuuli, Tuomainen Mia ja Koskinen Sanna, Effects of technological memory aid on activities and participation, independence, quality of life and mood	25
Kumpuniemi Marika, Katsaus aivovauriopotilaiden työmuistikuntoutuksen teoreettiseen taustaan ja vaikuttavuustutkimuksiin	38
Toimituksen valinnat	64



# NEUROPSY OPEN

Neuropsykologian erikoistumiskoulutuksen julkaisuja  
Publications by the Specialisation Programme in Neuropsychology

Helsingin yliopisto, University of Helsinki, 1/2021

---

## From the editor

This is the third issue of Neuropsych Open, a new online publication at the University of Helsinki, Finland. The year 2021 marks the second year of journal existence. In this issue, all papers and the selected theses are related to intervention. The importance of evidence-based practice is well illustrated.

Despite the common theme, the articles are different in their methodology, content, and language. Two are of children, two of adults. One is an empirical paper, three present results of literature reviews. Two of the articles are written in Finnish, two in English. All this emphasizes the broad scope of the final papers published in The Finnish Specialisation Programme in Neuropsychology.

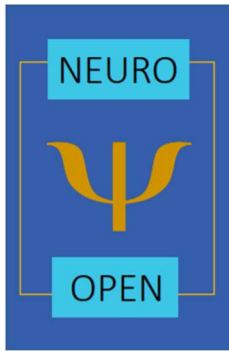
Two systematic review papers are related to rehabilitation of children with autism spectrum disorders (ASD). The review by Mönkkönen describes controlled rehabilitation trials for improving joint attention in pre-schoolers. Twelve studies were found that looked at both expert led and parent led interventions. The results were positive and showed even medium to large effect sizes. The review by Alzamora looked at the use of virtual reality interventions among adolescents with ASD. Vocational skills, social competence and driving skill

training were the most targeted areas. Here the effectiveness thus far remained unproven but as the millennials have grown with different electronic devices, more research will certainly follow.

Two papers were related to adults with acquired brain injury. A study by Daavittila et al. examined the benefits of smartphone reminders in adult neurological patients. One year of instructed use improved the perceived functioning and satisfaction with performance. A review by Kumpuniemi looked at working memory interventions in traumatic brain injury, stroke, or other neurological insults. The reviewed literature indicated that short (less than 20 sessions) interventions may improve working memory but do not necessarily result in transfer to other skills. Longer interventions show more promising results, however.

The theses picked by the editorial team included many studies examining the effects of music or dance/movement in the recovery of neurological patients. The thesis by Sarajuuri et al. report the effects of Comprehensive-holistic neurorehabilitation in traumatic brain injury.

**Laura Hokkanen**  
**Professor of Clinical neuropsychology**  
**University of Helsinki**



# NEUROPSY OPEN

Neuropsykologian erikoistumiskoulutuksen julkaisuja  
Publications by the Specialisation Programme in Neuropsychology

Helsingin yliopisto, University of Helsinki, 1/2021

---

## **Autististen lasten varhaisen kuntoutuksen vaikutus jaetun tarkkaavaisuuden taitojen kehittymiseen: systemaattinen kirjallisuuskatsaus**

**Anne Mönkkönen**

### **TIIVISTELMÄ**

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aiheena oli autististen lasten jaetun tarkkaavaisuuden varhaisen kuntoutuksen vaikutus jaetun tarkkaavaisuuden taitojen edistymiseen. Aiempaa tutkimusnäyttöä on saatu useissa tutkimuksissa em. kohdennetun kuntoutuksen hyödyllisyydestä ja tulosten pysymisestä seurannan aikana. Systemaattisessa kirjallisuushaussa löytyi 12 tutkimusta, jotka täyttivät vaaditut sisäänottokriteerit. Tutkimuksia tarkasteltiin osallistujia koskevien tietojen, kuntoutuksen kuvailun sekä jaetun tarkkaavaisuuden mittariin liittyvien mittaustulosten perusteella. Kuntoutuksissa oli sekä asiantuntijoiden ohjaamia että vanhempien ohjatusti toteuttamia interventioita. Kaikissa tutkimuksissa oli arvioitu kuntoutuksen vaikutusta jaetun tarkkaavaisuuden taitojen edistymiseen suhteessa kontrolliryhmään. Interventioilla oli yhtä lukuun ottamatta selvää positiivista vaikutusta jaetun tarkkaavaisuuden taitojen kehittymiseen ja tulokset pysyivät myös seurannan aikana. Tulokset olivat samansuuntaiset sekä vanhempien toteuttamissa interventioissa että asiantuntijajohtoisissa kuntoutuksissa. Aineistossa mukana olleen Murza ym. (2016) meta-analyysin tulokset olivat samansuuntaiset tämän systemaattisen katsauksen tulosten kanssa. Tulosten perusteella oikein kohdennetulla harjoittelulla ja riittävällä vanhempien ohjauksella päästään hyviin tuloksiin jaetun tarkkaavaisuuden taitojen kehittämisessä.

Avainsanat:

Autismi, varhainen kuntoutus, jaettu tarkkaavaisuus

## JOHDANTO

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aiheena on autististen lasten jaetun tarkkaavaisuuden taitojen varhaisen kuntoutuksen vaikutus jaetun tarkkaavaisuuden taitojen edistymiseen. Tutkimuksen taustalla on halu selvittää autististen lasten varhaisen kielellisen kehityksen ja sosiaalisen kommunikaation taitojen kuntoutusta ja sen vaikuttavuutta. Autistisilla lapsilla kielen kehitys ei etene normaalisti ja ongelmat ovat nähtävissä jo esikielellisessä kommunikaatiossa. Varhaiseen kielen kehitykseen liittyy monia osa-alueita, mutta tähän katsaukseen valitsin jaetun tarkkaavaisuuden näkökulman. Yhtenä keskeisenä ongelmana autistisilla lapsilla on heidän vaikeutensa jakaa tarkkaavaisuutta toisen henkilön kanssa. Tällä on vaikutusta muun muassa heidän kielelliseen kehitykseensä. Autististen lasten jaetun tarkkaavaisuuden taitojen kuntoutuksella on tutkimuksissa saatu positiivista vaikutusta lasten jaetun tarkkaavaisuuden taitojen edistymiseen ja siitä on todettu olevan hyötyä lasten kielellisten taitojen kehitykselle.

### Autismi ja jaetun tarkkaavaisuuden häiriöt

Autismikirjon häiriöön kuuluu DSM-5 tautiluokituksen (APA 2013) mukaan varhaislapsuudessa alkavia sosiaalisen kommunikaation ja sosiaalisen vuorovaikutuksen puutteita sekä rajoittuneita, toistavia käyttäytymisen tai kiinnostuksen muotoja, jotka aiheuttavat toiminnallista haittaa jokapäiväisessä elämässä. Sosiaalisen kommunikaation ja vuorovaikutuksen vaikeudet tulevat esille sekä sosioemotionaalisessa vastavuoroisuudessa, ei-kielellisessä kommunikaatiossa että kehitysikään sopivien ihmissuhteiden luomisessa, eivätkä nämä vaikeudet selity kehitysviivästyksellä (APA 2013).

Normaaliin kielen kehitykseen kuuluu puhetta edeltäviä esikielellisiä vaiheita, jotka

liittyvät vastavuoroiseen sosiaaliseen kontaktiin. Autistisella lapsella esikielelliset taidot ilmaantuvat merkittävästi ikätovereita myöhemmin, eikä niiden kehittyminen aina etene tavanomaisessa järjestyksessä (Kelley, 2002). Usein autistisilta lapsilta puuttuu osoittelu, he eivät matki toimintaa, puhetta edeltävä ääntely on poikkeavaa ja jokeltelu saattaa puuttua kokonaan, katsekontakti ottaminen on poikkeavaa ja jaettu tarkkaavaisuus on heikkoa (Carpenter ym. 2002). Vaikeudet yhdessä tai useammassa esikielellisen kehityksen osa-alueista vaikuttaa merkittävästi kielen oppimiseen (Mundy, 2007).

Katsauksessa haluttiin selvittää autististen lasten varhaista kuntoutusta jaetun tarkkaavaisuuden näkökulmasta. Jaetulla tarkkaavaisuudella tarkoitetaan huomion suuntaamista toisen henkilön kanssa samaan kohteeseen. Jaettu tarkkaavaisuus käsittää sekä jaetun tarkkaavaisuuden aloitteiden tekemisen että reagoimisen muiden tekemiin aloitteisiin. Jaetun tarkkaavaisuuden aloitteiden tekeminen taas viittaa siihen, miten lapsi käyttää katsekontaktia, eleitä, ääntelyä, tunneilmaisuja ja symbolista kommunikaatiota spontaanisti jakaakseen positiivisen tunteen tai mielenkiinnon johonkin kohteeseen (Seibert, Hogan & Mundy, 1982). Reagoiminen jaettuun tarkkaavaisuuteen liittyy kykyyn seurata sitä, mihin aikuinen suuntaa huomiotaan (Seibert, ym., 1982). Joissakin määritelmässä jaetun tarkkaavaisuuden piiriin katsotaan kuuluvaksi myös matkiminen (Carpenter ym., 2002). Varhaisten jaetun tarkkaavaisuuden taitojen on osoitettu ennustavan hyvin myöhempää kielellistä taitoa (Mundy ym., 1990, Dawson, 2004). Autismin ensimmäisiä indikaattoreita voi olla jaetun tarkkaavaisuuden puutteellisuus. Autistiset lapset tekevät Mundy (2007) mukaan vähemmän aloitteita tarkkaavaisuuden jakamiseen ja reagoivat heikommin toisen tarjoamiin huomion jakamisen kohteisiin, kuin tavanomaisesti kehittyvät ikätoverit. Autistisilla lapsilla voi olla vaikeuksia sovittaa

koordinoituja jaetun tarkkaavaisuuden toimintoja toisen henkilön kanssa, sekä jaetua tarkkaavaisuutta vaativien aloitteiden tekemisessä että reagoinnissa toisen tekemisiin jaetun tarkkaavaisuuden aloitteisiin (Schertz & Odom, 2007). On oletettu, että jaetun tarkkaavaisuuden vaikeudet ovat yhtenä tekijänä autististen lasten puutteelliseen kielen kehitykseen.

## Autismin kuntoutus

Autististen lasten kuntoutus on hyvin haastavaa ja tuloksiin pääseminen vaatii pitkäjänteistä, systemaattista yhteistyötä lapsen, vanhempien että päivähoidon tai koulun kanssa. Varhaista, nimenomaan autistisille lapsille suunnattua kuntoutusta on Suomessa tarjolla niukasti ja tarjonnassa on suuria eroja alueellisesti, paikkakunnasta riippuen. Myös vanhemmille suunnattu ohjaus tai koulutus riippuu kuntouttajien ja hoitavien tahojen resursseista sekä tietotaidosta.

Suomessa alle kouluikäisillä lapsilla puhe- ja toimintaterapia ovat yleisimpiä kuntoutusmuotoja, mutta kuntoutuksessa käytetään tarpeen mukaan myös muun muassa fysioterapia ja musiikkiterapiaa. Lisäksi heille useimmiten suositellaan myös päivähoitoa kuntoutuksellisin perustein. Painopiste autististen lasten varhaisessa kuntoutuksessa on Muuvilan et al. (2016) mukaan kommunikaation perustaitojen opettamisessa, arjen rutiinien järjestämisessä ja kasvatuksellisissa ongelmissa. Ospinan ym. (2008) mukaan autististen kuntoutuksessa käytetään toisaalta asiantuntijajohdettuja käyttäytymisterapeuttisia menetelmiä ja toisaalta kehityksellisiä ja vuorovaikutussuhteita painottavia, lapsen aloitteita korostavia menetelmiä. Suurimmassa osassa nykyään käytössä olevista kuntoutusohjelmista yhdistetään elementtejä näistä molemmista suuntauksista. Kuntoutusmuodoista osassa tavoitteena on laajempi oppimisen tai kehityksen edistäminen, osassa keskitytään jonkun tietyn tavoitteen tai tai-

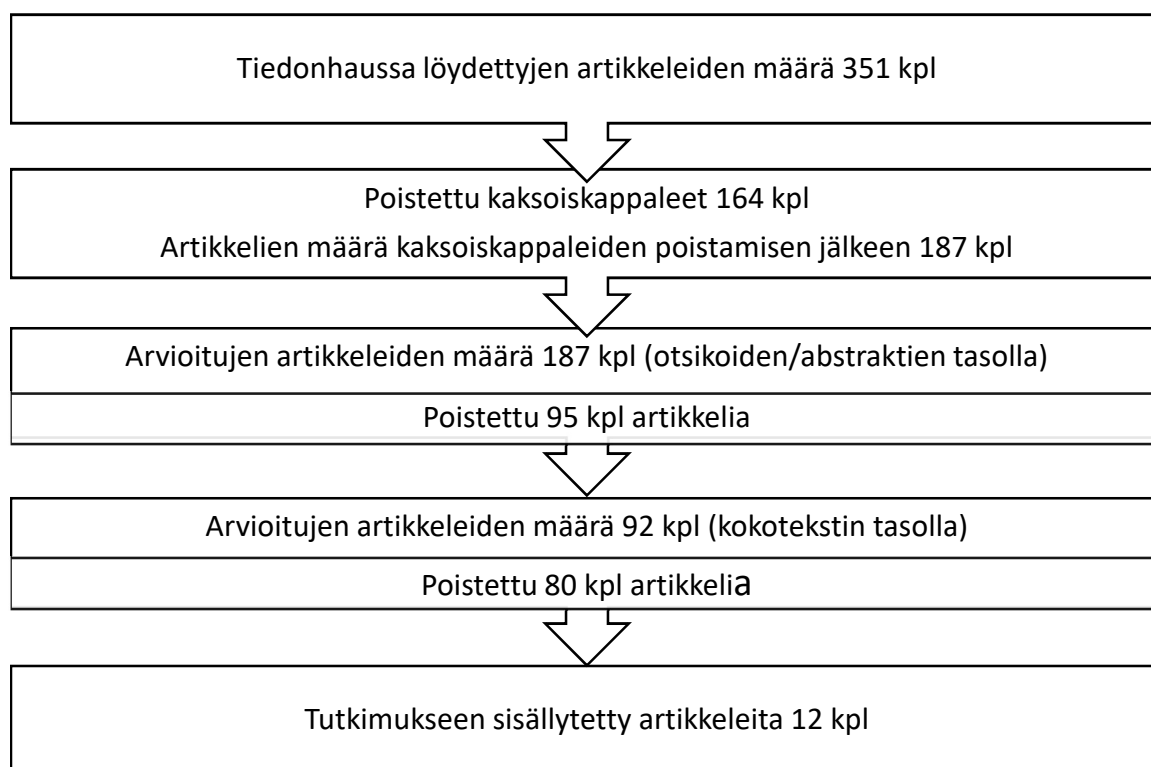
don harjoitteluun (Wong, 2015). Tashibanan ym. (2017) meta-analyysissä vertailtiin behavioraalisten, sosiaaliseen kommunikaatioon keskittyvien ja kehityksellisten interventioiden vaikuttavuutta esikouluikäisillä autistisilla lapsilla. Interventiot lisäsivät merkittävästi toisiin kohdistuvan vuorovaikutuksen vastavuoroisuutta, mutta ne eivät vaikuttaneet muihin mitattuihin tekijöihin (autismin yleisiin oireisiin, puheen tuottamiseen, puheen vastaanottamiseen, adaptiiviseen toimintakykyyn tai yleiseen kehitykseen).

Autististen lasten jaetun tarkkaavaisuuden taitoja sekä näiden kuntoutusta on tutkittu viimeisen vuosikymmenen aikana paljon ja kuntoutuksen positiivisesta vaikutuksesta jaetun tarkkaavaisuuden taitojen kehittymiseen ja tulosten pysymisestä seurannan aikana on saatu tutkimusnäyttöä useissa tutkimuksissa (mm. Kasari, 2006, katsauksia aiheesta mm. Wong ym., 2015). Tutkimuksissa on saatu näyttöä autististen lasten jaetun tarkkaavaisuuden taitojen edistymisestä olevan hyötyä myös kielellisten taitojen kehitykselle (mm. Kasari, 2006). Tämän systemaattisen katsauksen avulla haluttiin selvittää viimeaikaisen kirjallisuuden perusteella, miten täsmällisellä, kohdistetulla kuntouttamisella voidaan vaikuttaa autististen lasten jaetun tarkkaavaisuuden taitojen kehitykseen.

## MENETELMÄT

Artikkeleita etsittiin seuraavista tietokannoista: PubMed, PsycINFO (Ovid) ja Medline (Ovid). Haku tehtiin 14.8.2018. Hakusanoina käytettiin: autism AND (joint attention) OR (joint engagement) AND (intervention OR training OR treatment). Hakua rajattiin englanninkielisiin artikkeleihin, joissa tutkimuksen kohderyhmänä olivat lapset, ja jotka oli julkaistu 10 vuoden sisällä.

Tiedonhaun prosessin eteneminen on esitetty vuokaaviossa (kuva 1). Ensimmäisessä vaiheessa löytyi 351 artikkelia. Kun



**Kuva 1.** Vuokaavio tutkimusten sisällyttämisestä katsaukseen.

artikkeleiden kaksoiskappaleet poistettiin, jäljelle jäi 187 artikkelia. Seuraavassa vaiheessa valittiin ne englanninkieliset artikkelit, joiden otsikossa tai abstraktissa mainittiin ainakin yksi kaikista kolmesta hakusanaluokasta. Tässä vaiheessa rajattiin alle 12-vuotiaisiin lapsiin koskeviin tutkimuksiin, mutta lopulliseen aineistoon otettiin mukaan vain 1,5-6-vuotiaisiin lapsiin kohdistuvat tutkimukset, koska mielenkiinnon kohteena oli varhainen kuntoutus. Pois rajattiin myös tapauselostukset ja tapaustutkimukset sekä tutkimukset, joissa ei ollut kontrolliryhmää. Tarkempaan, tekstitasoiseen tarkasteluun jäi 92 artikkelia. Kaikki kyseiset artikkelit olivat vertaisarvioidusta julkaisusta. Tarkastelun toisessa vaiheessa päädyttiin ottamaan mukaan vain tutkimuksia, joissa oli käytetty satunnaistettua kokeellista tutkimusasetelmaa (RCT), koska RCT -asetelmaa käyttäviä tutkimuksia osoittautui olevan riittävästi. Seuranta-tutkimukset jätettiin pois, koska niissä lasten iät ylittivät 6-vuoden rajan seurannan aikana. Lopulliseen tutkimukseen valikoitui 12 artikkelia. Yksi näistä oli systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi, jota

käsiteltiin erillään muista tutkimuksista. Katsaukseen sisällytettävät artikkelit valittiin seuraavien kriteereiden perusteella:

- 1) Intervention kohteena oli intervention alkaessa 1,5 - 6-vuotiaita lapsia, joilla oli diagnosoitu autismi ("autism" tai "autism spectrum disorder") ja diagnoosin varmistamiseksi on tehty ADOS ja/tai ADI-R tai CARS.
- 2) Interventiossa oli käytetty menetelmiä, jotka liittyvät jaetun tarkkaavaisuuden kuntouttamiseen.
- 3) Tutkimuksessa oli arvioitu kuntoutuksen vaikuttavuutta lapsen jaetun tarkkaavaisuuden taitoihin.
- 4) Tutkimuksessa oli käytetty satunnaistettua kokeellista tutkimusasetelmaa (RCT) ja kontrolliryhmää. Lisäksi tutkimuksen otoskoko tuli olla vähintään 20 henkilöä (min. 10 henkilöä ryhmässä). Tapaustutkimukset rajattiin pois.
- 5) Artikkelit oli julkaistu vertaisarvioidussa lehdessä vuosina 2008 -2018.
- 6) Artikkelit oli englanninkielinen.



## TULOKSET

### Mukaan otettujen tutkimusten tiedot

Edellä mainittujen kriteereiden perusteella valittuja tutkimuksia löytyi 12. Mukaan otetuista tutkimuksista koottiin osallistujien ja

käytettyjen interventioiden kuvailevia tietoja taulukkoon 1, lukuun ottamatta Murzan ym. (2016) systemaattista kirjallisuuskatsausta ja meta-analyysia, jota käsiteltiin erikseen. Artikkeleista kerättiin taulukkoon 1 seuraavia tietoja: tekijät (julkaisuvuosi,

**Taulukko 1.** Yhteenvedo katsaukseen mukaan otetuista tutkimuksista.

TUTKIMUS	OSALLISTUJAT			KUNTOUTUKSEN KUVAILU	
	Tekijät (vuosi)	n p/t	n koe/kontrolli	Ikä kk min - max	Kuntouttaja tutkimusryhmässä (yksilö vai ryhmä)
1. Ingersoll (2012) USA	27 25 P/2 T	14/13	27-47	terapeutti/tutkimus – apulainen (yksilöllistä)	TR: 3 h/vko, 10 vkoa, +kaikilla (TR ja KR) sama opetusohjelma sekä muuta kuntoutusta
2. Kaale, Fagerland, Martinsen & Smith (2014) Norja	61 48P/13T	34/27	29-60	esikoulun opettaja, (yksilöllistä)	TR: 8 vkoa, 5 pvä/vko, 2 x/pvä, á 20 min.+kaikilla (TR ja KR) sama esikouluohjelma
3. Kaale, Smith & Sponheim (2012) Norja	61 48P/13T	34/27	24-60	esikoulun opettaja, (yksilöllistä)	TR: 8 vkoa, 5 pvä/vko, 2 x/pvä, á 20 min. + kaikilla (TR ja KR) esikoulua
4. Kasari, Gulrud, Wong, Kwon & Locke (2010) USA	38 29P/9T	19/19	21-36	vanhempi kuntouttajan ohjaamana (huoltaja-lapsi), (yksilöllistä)	TR: 8 vkoa, 3 x/vko, 24 istuntoa, á 30 min. ohjausta, KR: odotti saman hoidon alkamista
5. Kasari, Gulrud, Paparella, Hellemann & Berry (2015) USA	86 70P/16T	43/43 (JAS-PER/PEI)	22-36	vanhempi, kuntouttajan ohjaamana, huoltaja-lapsi, (yksilöllistä, KR ei)	TR: 10 vkoa vanhempien suoraa ohjausta kasvatustilanteissa, 1h/vko, KR: vanhempien koulutus + kaikilla lapsilla (TR ja KR): sama EIP interventio 30 h/vko
6. Kasari, Lawton, Shih, Barker, Landa, Lord, Orlich, King, Wetherby & Senturk (2014) USA	112 93 P/19T	59/48	24-60	vanhempi kuntouttajan ohjaamana kotona, lapsi paikalla, (yksilöllistä)	TR: vanhempien suoraa ohjausta kasvatustilanteissa (CMM) 12 vkoa, 2 x/vko, á 1 h, KR vanhempien koulutus, lapsi ei paikalla, 2 h/vko (CEM-ryhmä)
7. Kasari, Paparella, Freeman & Jahromi (2008) USA	58 46P/12T	20/19/19	36-48	tutkijat, joilla kokemusta autistisista lapsista (yksilöllinen)	TR: 5-6 vkoa, 1 x/pvä, á 30 min + kaikilla (TR ja KR) sama ohjelma (EIP) 30h/vko
8. Landa, Holman, O'Neill & Stuart (2011) USA	48 40P/8T	24/24	21-30	esikoulun opettaja, pääosin luokassa, (ryhmässä)	TR: 6 kk, 4pvä/vko, 2,5 h/pvä, + kaikilla (TR ja KR) sama AEPS esikouluohjelma ja muuta kuntoutusta, molempien ryhmien vanhemmille opetusta 38 h ja vanhempien ohjausta kotona 1,5 h/kk/6 kk
9. Lawton & Kasari (2012) USA	52 41P/11T	20/16/16	ka=42 kk	tutkijat, joilla kokemusta autistisista lapsista (yksilöllinen)	TR: 5-6 vkoa, 1 x/pvä, á 30 min + kaikilla (TR ja KR) sama ohjelma (EIP) 30h/vko
10. NordahlHansen, FletcherWatson & Kaale (2016) Norja	59 47P/12T	33/26	24-48	esikoulun opettaja esikoulussa	TR: 8 vkoa, 5 pv/vko, 2 x/pvä, á 20 min + kaikilla (TR ja KR) esikoulu
11. Schertz, Odom, Bagget & Sideris (2013) USA	23 -	11/12	ka=27,5	vanhemmat kouluttajien ohjaamina kotona, (yksilöllistä)	TR: vanhemmille materiaalia ja 15 x ohjausta, KR: tutkimuksen jälkeen sama materiaali ja 3 x ohjausta

maa), tutkimuksen otoskoko (sukupuolijakauma, ikäjakauma), osallistujamäärä ryhmittäin sekä kuntoutukseen liittyen kuntouttaja (kuntoutuksen muoto: yksilö- vai ryhmäkuntoutusta) ja kuntoutuksen määrä (sekä kontrolliryhmän saama hoito).

Kahdessa tutkimuksessa oli käytetty aieman RCT tutkimuksen aineistoa. Tutkimuksiin liittyi seuranta, lukuun ottamatta kahta tutkimusta, joista toisessa käytettiin aieman tutkimuksen aineistoa. Neljässä tutkimuksessa käytettiin 12 kk seurantaa, kahdessa 6 kk seurantaa ja kolmessa 2-3 kk seurantaa. Katsaukseen valikoituneista tutkimuksista kolme oli tehty Norjassa ja loput kahdeksan USA:ssa.

Kaikilla tutkimukseen osallistuneilla lapsilla oli autismi tai autismikirjon häiriö diagnoosi. Diagnoosi oli varmistettu ADOS tutkimuksella ADI-R-tutkimuksen kanssa, yhdessä tutkimuksessa kriteerinä oli käytetty CARS-tutkimusta. Tutkimushenkilöiden ikäjakauma oli 21 kk - 60 kk. Keskimäärin tutkimukseen osallistuneet lapset olivat iältään 40 kuukautta (3 v 4 kk). Neljässä tutkimuksessa kokeeseen osallistuvat lapset olivat 3- vuotta tai sitä nuorempia. Kolmessa tutkimuksessa oli mukana myös 5-vuotiaita. Lopuissa neljässä osallistujat olivat 4-vuotiaita tai sitä nuorempia. Poikien osuus oli tutkimuksissa selvästi suurempi kuin tyttöjen, poikia oli 81% kaikista tutkituista lapsista, joista tietoa oli saatavilla (yhdessä tutkimuksessa sukupuolijakaumaa ei kerrottu).

Kaikissa tutkimuksissa oli koehenkilöitä yhteensä 20 tai sitä enemmän. Ryhmäkoot tutkimus- ja kontrolliryhmissä vaihtelivat 11-73 henkilön välillä. Viidessä tutkimuksessa ryhmien koko oli yli 30 henkilöä (yhteensä enemmän kuin 60 henkilöä), kahdessa yli 20 henkilöä (yhteensä vähintään 40 henkilöä) ja neljässä alle 20 henkilöä. Keskiarvo tutkimusryhmien koossa oli 28 henkilöä ja kontrolliryhmien osalta 27 henkilöä.

Kuntoutus tapahtui yhdeksässä tapauksessa yksilöllisesti ja lopuilla ryhmässä. Kuntouttajina toimi neljässä tapauksessa

esikoulun opettaja, neljässä tutkimuksessa vanhemmat olivat toimijoina kouluttajien ohjaamina ja kolmessa kuntoutusta antoi tutkijat tai tutkimusapulaiset, joilla oli kokemusta autistisista lapsista.

Kuntoutusten kesto ja tiiviys vaihtelivat aineistossa suuresti. Vanhempien ohjaukseen ja harjoittamiseen keskittyvä interventio oli vähemmän tiivistä kuin lapsiin kohdistuva kuntoutus. Vanhemmat saivat ohjausta 8-15 viikon ajan ja ohjausta tai harjoittelua oli 1-3 kertaa viikossa. Lasten kuntoutusjaksot kestivät viidestä viikosta kuuteen kuukauteen ja interventioon liittyvien harjoittelukertojen määrät vaihtelivat välillä 2,5 tuntia viikossa – 1,5 tuntia päivässä. Tavallisin ratkaisu (5/7 tapauksessa) oli lapsen kuntouttaminen 5 päivänä viikossa 30-40 minuuttia päivässä 5-8 viikon ajan. Lasten kuntoutukset olivat siis pääosin varsin intensiivisiä, mutta lyhytkestoisia.

## Jaetun tarkkaavaisuuden muutos kuntoutuksessa

Taulukkoon 2 koottiin seuraavia tietoja: kuntoutuksen/tutkimuksen tavoite, tutkimusasetelma (seuranta), käytetty kuntoutusmuoto, miten kuntoutuksen vaikuttavuutta on arvioitu eli jaetun tarkkaavaisuuden mittari ja oliko kuntoutuksella vaikutusta jaetun tarkkaavaisuuden taitoihin.

Tulosten arvioimiseen useimmiten (7/11, 64 %:ssa) käytetty mittari oli The Early Social Communication Scales (ESCS, Mundy ym., 1996). Matkimisen arvioimiseen oli käytetty kahta mittaria: The Motor Imitation Scale (MIS, Stone ym., 1997) ja The Unstructured Imitation Assessment (UIA, Ingersoll, 2010). Kontaktissa olemisen arvioimista oli arvioitu seuraavilla mittareilla: Preschool teacher-child play (Bakeman & Adamson, 1984) ja Engagement state definitions (Adamson ym., 2004). Lisäksi yksittäisissä tutkimuksissa käytettiin seuraavia mittareita: Communication and Symbolic Behavior Scales-Developmental Profil (CSBS-BP, Wetherby and Prizant, 2002),

Socially engaged imitation (SEI), Brief Observation of Social Communication Change (BOSCC, Grzadzinski ym., 2016), Precursors of Joint Attention Measure (PJAM, Yoder & Symons, 2010) sekä the Joint Engagement States coding procedure (JE, Bakeman & Adamson, 1984).

Useimmissa interventioissa (8/11, 73 %) käytettiin Kasarin ym. (2006) luomaa tai sen pohjalta mukailtua kuntoutusmateriaalia (Joint Attention Symbolic Play, Engagement and Regulation-JASPER). Muita käytettyjä kuntoutusmuotoja olivat: Reciprocal Imitation Training (RIT), sosiaalisen

**Taulukko 2.** Yhteenveto tutkimuksissa käytetyistä interventioista ja jaetun tarkkaavaisuuden (JT) tuloksista

Kuntoutuksen tavoite	Tutkimusasetelma, seuranta	Kuntoutusmenetelmä	JT Tulostittari	Kuntoutuksen vaikutus jaetun tarkkaavaisuuden taitoihin tutkimusryhmällä ja kontrolliryhmällä
1. opettaa matkimista, kehittää sosiaalista toimintakykyä	RCT, 2-3 kk seuranta	vastavuoroisen imitaation harjoittelu (RIT)	ESCS, MIS, UIA	TR:n JT aloitteiden määrä kasvoi $p < .05$ kuntoutuksen aikana, TR teki enemmän JT aloitteita kuin KR ( $p < .05$ , suuri EK $\eta^2 = .16$ ) sekä sai vietyä aloitteet useammin loppuun ( $p < .05$ , keskikokoinen EK $\eta^2 = .13$ ). Tulos säilyi seurannassa ( $p < .05$ ).
2. kehittää sosiaalisen kommunikaatiota, kielellisiä taitoja ja sosiaalista toimintakykyä, kasvattaa kontaktissa olemisen kestoa sekä aloitteita jaettuun tarkkaavaisuuteen	RCT, 6 kk ja 12 kk seuranta	Preschool-based social communication treatment	ESCS, Bakeman & Adamson system	Oli pitkäaikaisvaikutus JT edistymiseen. Kontaktissa olemisen kesto lisääntyi TR vs. KR, (äiti-lapsi $p < .001$ , ope-lapsi $p < .006$ ). Kielellisiin taitoihin, sosiaaliseen toimintakykyyn tai kommunikaatioon ei merkitsevää vaikutusta, vaikkakin näissä oli TR:llä enemmän edistymistä.
3. kehittää jaettua tarkkaavaisuutta (show, point, give) ja kontaktissa olemista, mitata esikoulussa toteutetun JT-kuntoutuksen vaikutusta	RCT, ei seurantaa	jaetun tarkkaavaisuuden taitojen kuntoutus (Kasari 2006)	ESCS Bakeman & Adamson system	Oli vaikutus JT-taitojen esiintymiseen ( $p = .036$ ), EK kohtuullinen ( $d = .44$ ). JT aloitteisiin (AJT) ei ollut vaikutusta, kun mitattiin strukturoidusti (ESCS). Ei ollut merkitsevää vaikutusta kontaktissa olemisen kestoon ( $p = .534$ ).
4. lisätä lapsen kontaktissa olemista suhteessa huoltajaan sekä lisätä lapsen sosiaalista kommunikaatiota jaetun tarkkaavaisuuden kuntoutuksen avulla	RCT, 12 kk seuranta	jaetun tarkkaavaisuuden taitojen kuntoutus (AJT + RJT), vanhemmat toimijoina	Engagement state definitions,	TR reagoi paremmin JT:een kuin KR ( $p < .05$ , kohtalainen EK = .74). Koeryhmällä ei ollut enemmän JT aloitteita, eikä monipuolisempaa leikkiä. Koeryhmä kiinnittyi enemmän KO:seen ( $p < .05$ , suuri EK = .87) ja vähemmän objektiin kohdistuvaan leikkiin ( $p < .01$ , suuri EK = 1.09). Tulokset säilyivät tai kehittyivät vuoden seurannassa KO:n ( $p < .05$ ), JT reagoinnin ( $p < .05$ ) sekä leikkitoiminnan suhteen.
5. vertailla kahta JT:n kehittämiseen suunnattua kuntoutusmuotoa, joita vanhemmat toteuttamassa -mitattiin KO, AJT ja leikki	RCT, 6 kk seuranta	vanhempien ohjaamisen kasvatustilanteissa (JASPER) vs. koulutus (PEI), eri sisältö ryhmässä	Engagement state definitions	TR: kontaktissa oleminen lisääntyi merkitsevästi enemmän, kuin KR ( $p < .01$ ), suuri EK ( $f^2 = .69$ ). Tulos pysyi 6 kk seurannassa. PEI vähensi vanhemman stressiä lapsen luonteenpiirteitä kohtaan, kohtalainen EK ( $f^2 = 0.26$ ).
6. vertailla kahta lyhyttä interventiota, joiden tarkoitus kehittää äidin ja lapsen välistä suhdetta sekä lapsen matkimista, perheillä niukat resurssit	RCT, 3 kk seuranta	vanhemman toiminnan ohjaaminen, lapsi paikalla, yksilöllistä (CMM) vs. vanhempien ryhmäkoulutus, lapsi ei mukana, (CEM), sama materiaali (JASPER)	ESCS	TR ja KR kehitystä tapahtui: KO aika lisääntyi, $p < .001$ . Mutta CMM ryhmän kuntoutus oli merkitsevästi tehokkaampaa kuin CEM ryhmällä. Kaikki CMM ryhmän lapset kehittyivät merkitsevästi enemmän KO:n ( $p < .003$ , kohtalainen $f^2 = 0.21$ ) ja AJT:n ( $p < .05$ , pieni EK $f^2 = 0.14$ ) suhteen. AJT säilyi seurannassa molemmissa ryhmässä alkuun verrattuna ( $p = .04$ ) ja KO säilyi CMM ryhmässä ( $p < .02$ ).
7. kehittää jaetun tarkkaavaisuuden ja symbolisen leikin taitoja, tutkia edistävätkö nämä kielellisiä taitoja, lisäksi interventioiden vertailu	RCT, 6 kk ja 12 kk seuranta	kohdistettu jaetun tarkkaavaisuuden kuntoutus (Kasari), JT-ryhmä, SL-ryhmä ja kontrolliryhmä	ESCS	JT aloitteisiin merkitsevä vaikutus ( $p < .01$ , $d = 1.02$ ) ja SL:in ( $p < .01$ ). Kontaktissa pysyminen kehittyi merkitsevästi molemmissa ryhmässä ( $p < .01$ , EK $d = 0.83$ ja $p < .05$ , EK $d = 0.62$ ). Puheen tuottaminen edistyi merkitsevästi nopeammin JT ryhmässä ( $p < .01$ ; EK $d = 0.59$ ) ja SL ryhmässä ( $p < .01$ , EK = 0.71) kuin KR. Em. taidot säilyivät seurannassa. Puheen ymmärtämiseen interventiolla ei ollut vaikutusta.

8. kehittää jaettua tarkkaavaisuutta sekä sosiaalisesti synkronoitua käyttäytymistä vanhempia ohjaamalla, rohkaista sosiaalisesti suuntautunutta matkimista	RCT, 6 kk seuranta	JT:n kehittämisen ohjelma kaikille (AEPS), lisäksi TR: sosiaalisen synkronoinnin kurssi, vanhemmille strategioiden harjoittelua	CSBS-BP, SEI	Merkitsevä vaikutus sosiaalisesti suuntautuneeseen imitointiin ( $p < .02$ ), matkitut toiminnot yhdistyneinä katsekontaktiin enemmän kuin tuplaantuivat (17% to 42%). Tämä taito yleistyi uusiin tilanteisiin ja pysyi seurannan ajan ( $p < .01$ ). AJT:n suhteen saman suuntaisia havaintoja, mutta tulokset eivät merkitseviä ( $p = .30$ ).
9. lisätä aloitteita jaettuun tarkkaavaisuuteen sekä kehittää symbolista leikkiä, tarkastella onko muutosta JT:n laadussa JT:n kuntoutuksen myötä	aiemman tutkimuksen (RCT) aineisto, 6 kk ja 12 kk seuranta	leikin kautta JT:n ja SL:n kehittäminen, vanhempien koulutus ja ohjaus	ESCS, Bakeman & Adamson system	TR: positiivisten tunnelmaisujen määrä kasvoi JT:n aikana. Seurannassa JT ja SL ryhmillä JT:n laatu kehittyi enemmän ( $p < .05$ ) kuin KR:llä, vaikka heti kuntoutuksen jälkeen ei näkynyt merkitsevää muutosta. JT ja SL-ryhmien välillä ei ollut merkitseviä eroja tutkimuksen aikana tai seurannassa.
10. tarkastella mittareita: yleiset (autismin oirekuva) ja erityiset mittarit; intervention tavoite: AJT ja KO keston lisääminen, sosiaalisen kommunikaation kehitys	aiemman tutkimuksen aineisto (RCT), ei seurantaa	lyhyt sosiaalisen kommunikaation interventio	ESCS, CSBS-BP JE, BOSCC	Merkitsevä ero kontaktissa olemisessa TR ja KR välillä JE:lla mitattuna ( $p < .013$ , keskiarvo EK $d = 0.67$ ), mutta ei samaa tulosta BOSCC:lla, ( $p = 0.244$ , pieni EK $d = 0.31$ ). Yleisillä mittareilla ei saatu intervention vaikutusta esille, mutta erityisillä mittareilla saatiin.
11. kehittää jaettua tarkkaavaisuutta sekä kehittää kielen ja sosiaalisen kommunikaation taitoja	RCT, 4 ja 8 vkon seuranta	JAML, vanhemmat toimijoina, koulutus vanhemmille	PJAM	TR: merkitsevää kehitystä tarkkaavaisuuden kohdistamisessa kasvuihin (FF) ja RJT:ssa ( $p < .001$ ), EK huomattava (FF, $d = 1.24$ ; RJT, $d = 1.39$ ). Tulokset säilyivät seurannassa. AJT:ssa tai vuorottelussa ei ollut merkitsevää muutosta. KR:lla ei merkitsevää muutosta edellä mainituissa. Kehitystä kommunikaatiossa ( $p < .05$ , EK $d = .59$ ) ja puheen vastaanottamisessa ( $p < .05$ , EK $d = .34$ ). KR ei merkitsevää muutosta näissä. Puheen tuotossa TR ja KR kehittyivät merkitsevästi.

JT= jaettu tarkkaavaisuus, TR=tutkimusryhmä, KR= kontrolliryhmä, EK=efektikoko, RCT= randomized controlled trial, KO= vuorovaikutteisessa kontaktissa olemisen, RIT= Reciprocal Imitation Training, ESCS = The Early Social Communication Scales, MIS = The Motor Imitation Scale, UIA= The Unstructured Imitation Assessment, Preschool teacher-child play, AJT= aloitteet jaettuun tarkkaavaisuuteen, RJT= reagoiminen jaetun tarkkaavaisuuden aloitteisiin, PEI= parent only psychoeducation intervention, CMM = caregiver-mediated module, CEM= caregiver education module, JASPER= Joint Attention Symbolic Play Engagement and Regulation, SL= symbolinen leikki, AEPS = Assessment, Evaluation and Programming System, CSBS-BP= Communication and Symbolic Behavior Scales-Developmental Profile, SEI= Socially engaged imitation, BOSCC= Brief Observation of Social Communication Change, JAML= Joint Attention Mediated Learning, PJAM= Precursors of Joint Attention Measure, JE= the Joint Engagement States coding procedure.

synkronoinnin kurssi, Manualized Parent Psychoeducation Program for Parents of Children with Autism (PEI), Assessment, Evaluation, and Programming System for Infants and Children (AEPS) sekä Joint Attention Mediated Learning (JAML). JASPER on suunnattu taaperoille ja esikoululaisille ja sen tavoitteena on kehittää lapsen kontaktissa pysymistä, jaetun tarkkaavaisuuden esiintymistä sekä leikkitaitoja ja siinä on yhdistetty kehityksellisiä ja käyttäytymisterapeuttisia näkemyksiä ja menetelmiä (Kasarin ym., 2006). RIT on vastavuoraisen imitaation harjoitteluohjelma, jossa käytetään sekä kehityksellisiä että käyttäytymisterapeuttisia näkemyksiä ja menetelmiä opettamaan autistisille lapsille matkimista sosiaalisesti interaktiivisessa ympäristössä (Ingersoll, 2008). PEI on vanhempien psykoedukaation suunnattu ohjelma,

johon on olemassa käsikirja (Brereton & Tonge, 2005). AEPS on jaetun tarkkaavaisuuden kehittämiseen tähtäävä opetusohjelma (Bricker, 2002). JAML on varhainen vanhempien ohjaamiseen suunnattu interventio, jonka avulla pyritään edistämään esikielellistä kommunikaatiota kohdistamalla huomiota erityisesti vastavuoriossa kontaktissa olemiseen (Schertz & Odom, 2007). Sosiaalisen synkronoinnin kurssista ei kyseissä tutkimusartikkelissa kerrottu tarkempaa kuvausta.

Kaikilla interventioilla, lukuun ottamatta sosiaalisen synkronoinnin kurssia, oli vaikutusta jaetun tarkkaavaisuuden taitoihin. 82 %:ssa tutkimuksista saatiin positiivista tulosta aikaan jaetun tarkkaavaisuuden taitojen ja/tai kontaktissa olemisen keston suh-

teen, riippumatta siitä, kuka toimi kuntouttajana. Lisäksi yhdessä tutkimuksessa jaetun tarkkaavaisuuden taidot koehenkilöillä edistyivät kontrolliryhmää merkitsevästi paremmin seurannan aikana, vaikka heti intervention päätyttyä ei vastaavaa eroa löydetty. Yhdessä interventiossa ei saatu esille muutosta jaetun tarkkaavaisuuden aloitteiden suhteen, mutta sen myötä lasten alkoivat matkimaan enemmän. Matkiminen vaatii osaltaan jaettua tarkkaavaisuutta, joten tämäkin tulos on samassa linjassa muiden tutkimustulosten kanssa. Asiantuntijoiden ja vanhempien toteuttamien interventioiden vaikuttavuudessa ei näyttäisi olevan eroa. Kuntoutuksen keston ja tiivyyden vaihteluväli oli suuri. Vähiten aikaa vievissä (2,5 h/vko, 5-6 viikon ajan), suoraan lapsiin kohdistuvissa interventioissa saatiin merkitsevää positiivista vaikutusta jaetun tarkkaavaisuuden taitoihin. Toisaalta pitkällä ja hyvin tiiviillä kuntoutuksella (2,5 h/pvä, 6 kk ajan) päästiin hyviin tuloksiin matkimisen edistymisen suhteen, mutta yllättäen merkitsevää edistymistä ei tullut jaetun tarkkaavaisuuden taidoissa. Kahdeksassa tutkimuksessa oli arvioitu intervention tulosten pysyvyyttä seurannan aikana. Kaikissa näissä kahdeksassa tutkimuksessa interventiolla oli merkitsevää pitkäaikaisvaikutusta jaetun tarkkaavaisuuden taitoihin ja/tai kontaktissa pysymisen kestoon eli intervention avulla kehittyneet taidot säilyivät tai edistyivät seurannan aikana.

Kirjallisuuskatsaukseen otettiin mukaan Murzan ym. (2016) systemaattinen katsaus ja meta-analyysi. Siinä oli tavoitteena selvittää jaetun tarkkaavaisuuden interventioiden vaikuttavuutta. Kyseinen katsaus rajattiin 1,5- 8-vuotiaisiin autistisiin lapsiin. Aineisto kerättiin tammikuussa 2015. Rajausten perusteella systemaattiseen katsaukseen valittiin 16 tutkimusta, joista 14 otettiin mukaan meta-analyysiin. Katsaus sisälsi taulukoiden 1-2 tutkimuksista numerot 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 ja 11. Murzan ym. meta-analyysin perusteella jaetun tarkkaavaisuuden interventiot kehittivät aloitteita tai reagointia

jaetun tarkkaavaisuuden ylläkkeisiin. Jaetun tarkkaavaisuuden kuntoutusta saaneiden autististen lasten jaetun tarkkaavaisuuden taidot kehittyivät merkitsevästi enemmän ( $p < .001$ ), kuin tavanomaisen hoidon saaneet autistiset lapset. Samaan tulokseen päädyttiin huolimatta siitä, oliko interventiossa toimijoina vanhemmat vai joku muu (esim. tutkija, opettaja, terapeutti). Tulokset jaetun tarkkaavaisuuden taidoissa säilyivät seurannan aikana.

## POHDINTA

Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin autististen lasten jaetun tarkkaavaisuuden taitojen varhaisen kuntoutuksen vaikutusta jaetun tarkkaavaisuuden taitojen edistymiseen. Systemaattisessa kirjallisuushaussa löytyi 12 tutkimusta, jotka täyttivät vaaditut sisäänottokriteerit. Yksitoista oli RCT-tutkimuksia, yksi oli meta-analyysi. Käsillä olevassa katsauksessa tutkimuksia tarkasteltiin osallistujia koskevien tietojen, kuntoutusta kuvailevien seikkojen sekä jaetun tarkkaavaisuuden mittariin liittyvien mittaustulosten perusteella. Tutkimuksiin osallistuneet lapset olivat 2-5-vuotiaita, keskimäärin he olivat iältään 3 vuotta 4 kuukautta vanhoja eli voidaan puhua varhaisesta kuntoutuksesta. Tutkimusjoukon sukupuolijakauma noudatteli autismin esiintyvyyttä, pojilla autismitirjon häiriöitä todetaan Suomessa 3-4 kertaa enemmän kuin tytöillä (Hinkka-Yli-Salomäki ym., 2013). Näissä jaetun tarkkaavaisuuden tai sen osataitoihin liittyvissä kuntoutuksissa oli sekä asiantuntijoiden ohjaamia että vanhempien ohjatusti toteuttamia interventioita. Kaikissa tutkimuksissa oli arvioitu jaetun tarkkaavaisuuden taitojen edistymistä suhteessa kontrolliryhmään.

Tulosten perusteella kuntoutusmenetelmät ja käytetyt mittarit tulosten arvioimiseksi oli tutkimuksissa valittu hyvin, koska lähes kaikilla interventioilla oli vaikutusta jaetun tarkkaavaisuuden taitojen kehittymiseen. Poikkeuksena oli Landan (2011) tutkimus, jossa

kuntoutuksella oli merkitsevää vaikutusta matkimisen taitoihin, mutta jaetun tarkkaavaisuuden aloitteisiin vain suuntaa antavasti. Matkiminen vaatii osaltaan jaettua tarkkaavaisuutta, joten tämäkin tulos on samassa linjassa muiden tutkimustulosten kanssa. Useimmissa interventioissa (73 %) käytettiin Kasarin ym. (2006) luomaa kuntoutusmateriaalia, jossa on yhdistetty kehityksellisiä ja käyttäytymisterapeuttisia näkemyksiä ja menetelmiä (Joint Attention Symbolic Play, Engagement and Regulation). 82 %:ssa tutkimuksista saatiin positiivista tulosta aikaan jaetun tarkkaavaisuuden taitojen ja/tai kontaktissa olemisen keston suhteen, riippumatta siitä, kuka toimi kuntouttajana. Myöskään kuntoutusmuodolla ei näyttänyt olevan merkitystä tulosten kannalta. Niissä yhdeksässä tutkimuksessa, joissa oli arvioitu intervention tulosten pysyvyyttä seurannan aikana, interventiolla oli merkitsevää pitkäaikaisvaikutusta jaetun tarkkaavaisuuden taitoihin ja/tai kontaktissa pysymisen keston eli intervention avulla kehittyneet taidot säilyivät tai edistyivät seurannan aikana. Tämän tuloksen perusteella voidaan päätellä, että lyhyelläkin, täsmällisesti kohdennetulla kuntoutuksella saatetaan päästä hyvin tuloksiin. On mahdollista, että tutkimuksissa, joissa ei saatu näyttöä jaetun tarkkaavaisuuden edistymisestä, käytetyt mittarit eivät tavoittaneet parhaalla mahdollisella tavalla jaetun tarkkaavaisuuden kehitystä. Tässä katsauksessa mukana olleessa Murzan ym. (2016) meta-analyysissä saatiin myös vahvaa näyttöä pienten autististen lasten jaetun tarkkaavaisuuden interventioiden vaikuttavuudesta ja tulosten säilymisestä seurannan aikana, riippumatta intervention toteuttajasta. Yhteenvetona todetakaan, että jaetun tarkkaavaisuuden taitojen varhainen kuntouttaminen on hyödyllistä, eikä kuntoutuksen hyöty näyttäisi riippuvan niinkään kuntoutuksen toteuttajasta kuin oikein kohdennetuista toimenpiteistä.

Vanhempien ohjauksella ja koulutuksella saavutetut vaikutukset lasten jaetun tark-

kaavaisuuden taitojen ja kontaktissa pysymisen suhteen olivat rohkaisevia. Tämän perusteella kannattaisi panosta vanhempien systemaattisesti toteutettuun ohjaukseen ja koulutukseen nykyistä enemmän. Yhdessä tutkimuksessa arvioitiin myös autistisen lapsen luonteenpiirteiden aiheuttaman stressin vähentyvän vanhemmilla intervention aikana saadun koulutuksen myötä. Autististen lasten vanhempien stressitasoon ja jaksamiseen vaikuttaminen on myös lasten hyvinvoinnin sekä perheiden elämänlaadun kannalta tärkeä tekijä.

Vaikka kielen kehitystä arvioineita tutkimuksia oli tässä aineistossa vähän, niin tulokset olivat suunnaltaan positiivisia, käytetyt jaetun tarkkaavaisuuden interventiot edistivät osaltaan myös kielen kehitystä. Kielen kehitys ei ollut varsinaisesti tämän katsauksen kohteena, joten tutkimusten karsinnassa ei huomioitu kielellisen kehityksen mittareita. Jaetun tarkkaavaisuuden taidot kuitenkin ajatellaan olevan yksi kielelliseen kehitykseen vaikuttavista tekijöistä ja siksi on mielenkiintoista nostaa tämä esille. Kolmessa tutkimuksessa oli mitattu kuntoutuksen vaikutusta kielen kehitykseen. Kahdessa näistä oli saatu positiivista vaikutusta kontrolliryhmään verrattuna joko puheen tuottamiseen tai puheen ymmärtämiseen, mutta ei molempiin (Kasari ym., 2014; Schertz ym., 2013). Yhden tutkimuksen mukaan kyseinen interventio ei vaikuttanut kielen kehitykseen (Kaale, 2014). Vaikka kielen kehitystä arvioineita tutkimuksia oli katsauksessa vähän, niin tulokset olivat suunnaltaan positiivisia, käytetyt interventiot edistivät myös kielen kehitystä.

Tätä katsausta varten tehdyssä systemaattisessa haussa käytetyt hakusanat olivat osuvia, koska käytetyistä tietokannoista löytyi riittävästi jaetun tarkkaavaisuuden kuntoutukseen liittyviä tutkimuksia, eikä täydentävää hakua tämän vuoksi ollut tarpeen tehdä. Koska jaetun tarkkaavaisuuden kuntoutusta käsitteleviä tutkimuksia oli

aineistossa paljon, päädyttiin lopulta ottamaan mukaan vain ne tutkimukset, joissa oli käytetty satunnaistettua kokeellista tutkimusasetelmaa (RCT) ja kontrolliryhmää. Myös mukaan otettujen tutkimusten ikäkauma oli varsin alhainen (1,5 – 6-vuotiaat), koska haluttiin tarkastella nimenomaan varhaisen kuntoutuksen näkökulmaa. Nämä edellä mainitut rajaukset saattoivat sulkea pois joitakin olennaisia tutkimuksia.

Läpikäytyjen tutkimusten perusteella jaetun tarkkaavaisuuden taitojen varhainen kuntouttaminen on siis hyödyllistä, eikä kuntoutuksen hyöty ja vaikutusten pysyvyys näyttäisi riippuvan kuntoutuksen toteuttajasta tai kuntoutusmuodosta. Jaetun tarkkaavaisuuden taito on yksi sosiaaliseen kommunikaatioon ja vuorovaikutukseen liittyvä osataito, jolla on merkitystä myös kielen kehityksen kannalta. Oikein kohdennetulla harjoittelulla ja riittäväällä vanhempien ohjauksella päästään hyvin tuloksiin tämän suhteen. Jaetun tarkkaavaisuuden taitojen edistyminen ei tietenkään pelkästään ratkaise autististen lasten sosiaalisen kommunikaation tai kielen kehityksen ongelmia, mutta se voi toimia perustana, josta lähdetään kuntoutumista rakentamaan eteenpäin. Autististen lasten kuntoutus pitäisi päästä aloittamaan mahdollisimman varhain ja kuntoutus tulisi aloittaa esikielellisten valmiuksien ja sosiaalisten taitojen sekä leikkitaitojen vahvistamisesta. Myös vanhempien ohjaaminen autistisen lapsen esikielellisten taitojen vahvistamiseen tulisi olla systemaattista.

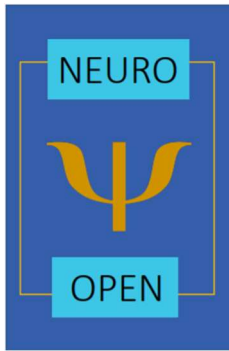
Anne Mönkkönen  
Helsingin yliopisto

## LÄHTEET

- Adamson, L. B., Bakeman, R. & Deckner, D. F. (2004). The development of symbol-infused joint engagement. *Child Development*, 75(4), 1171–1187.
- American Psychiatric Association (APA). (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*. Washington, DC: American Psychiatric Publishing.
- Bakeman, R., & Adamson, L. B. (1984). Coordinating attention to people and objects in mother–infant and peer–infant interaction. *Child Development*, 55, 1278–1289.
- Brereton, A. & Tonge, B. (2005). *Preschoolers with autism: An education and skills training programme for parents*. London, UK: Jessica Kingsley Publishers.
- Bricker, D. (2002). *Assessment, Evaluation, and Programming System for Infants and Children: Birth to Three Years*. 2. painos. Baltimore: Brookes.
- Carpenter, M., Pennington, B.F. & Rogers, S. (2002). Interrelations Among Social-Cognitive Skills in Young Children with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 32(2), 91–106.
- Dawson, G., Toth, K., Abbott, R., Osterling, J., Munson, J., Estes, A. & Liaw, J. (2004). Early social attention impairments in autism: Social orienting, joint attention, and attention to distress. *Developmental Psychology*, 40, 271–283.
- Grzadzinski, R., Carr, T., Colombi, C., McGuire, K., Dufek, S., Pickles, A. & Lord, C. (2016). Measuring changes in social communication behaviors: preliminary development of the Brief Observation of Social Communication Change (BOSCC). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(7), 2464–2479.
- Hinkka-Yli-Salomäki, S., Banerjee, N., Gissler, M., Lampi, K., Vanhala, R., Brown, A., Sourander, A. (2014). The incidence of diagnosed autism spectrum disorders in Finland. *Nordic Journal of Psychiatry*, 68(7), 472–480.
- Ingersoll, B. (2008). The social role of imitation in autism: Implications for the treatment of imitation deficits. *Infants Young Children*, 21(2), 107–119.
- Ingersoll, B. (2010). Brief report: Pilot randomized controlled trial of reciprocal imitation training for teaching elicited and spontaneous imitation to children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40, 1154–1160.
- Ingersoll, B. (2012). Brief report: Effect of a focused imitation intervention on social functioning in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(8), 1768–1773.
- Kaale, A., Fagerland, M., Martinsen, E. & Smith, L. (2014). Preschool-based social communication treatment for children with autism: 12-month follow-up of a randomized trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 53(2), 188–198.
- Kaale, A., Smith, L. & Sponheim, E. (2012). A randomized controlled trial of preschool-based joint attention intervention for children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 53(1), 97–105.
- Kasari C., Freeman S. & Paparella T. (2006). Joint attention and symbolic play in young children

- with autism: a randomized controlled intervention study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(6), 611-620.
- Kasari, C., Gulsrud, A., Wong, C., Kwon, S. & Locke, J. (2010). Randomized controlled caregiver mediated joint engagement intervention for toddlers with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(9), 1045-1056.
- Kasari, C., Gulsrud, A., Paparella, T., Helleman, G. & Berry, K. (2015). Randomized comparative efficacy study of parent-mediated interventions for toddlers with autism. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 83(3), 554-563.
- Kasari, C., Lawton, K., Shih, W., Barker, T., Landa, R., Lord, C. & Senturk, D. (2014). Caregiver-mediated intervention for low-resourced preschoolers with autism: An RCT. *Pediatrics*, 134(1), 72.
- Kasari, C., Paparella, T., Freeman, S. & Jahromi, L. B. (2008). Language outcome in autism: Randomized comparison of joint attention and play interventions. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 76(1), 125-137.
- Kelley, E. (2011). Language in ASD. Teoksessa D. Fein (toim.), *The Neuropsychology of Autism* (s.123-137). New York: Oxford University Press.
- Landa, R., Holman, K., O'Neill, A. & Stuart, E. (2011). Intervention targeting development of socially synchronous engagement in toddlers with autism spectrum disorder: A randomized controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 52(1), 13-21.
- Lawton, K. & Kasari, C. (2012). Brief report: Longitudinal improvements in the quality of joint attention in preschool children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(2), 307-312.
- Muuvila, M., Häkkinen, S., Nieminen, P., Vierikko, E. & Kylliäinen, A. (2016). Autismikirjon häiriön kuntoutus. Teoksessa A. Kylliäinen T. Helminen & K. Rantanen (toim.), *SOTOKU. Sosiaalisen toimintakyvyn ryhmäkuntoutus autismikirjon lapsille ja nuorille* (s.47-63). Psykologian opetus- ja tutkimuskeskuksen julkaisuja, 2. Yhteiskunta- ja kulttuuritieteiden yksikkö, Tampereen yliopisto: Tampere.
- Mundy, P., Block, J., Delgado, C., Pomares, Y., Van Hecke, A. & Parlade, M. (2007). Individual Differences and the Development of Joint Attention in Infancy. *Child Development*, 78(3), 938 – 954.
- Mundy, P., Hogan, A. & Doehring, P. (1996). *A Preliminary Manual for the Abridged Early Social Communication Scales*. University of Miami: Coral Gables, Florida.
- Mundy, P., Sigman, P. & Kasari, C. (1990). A Longitudinal Study of Joint Attention and Language Development in Autistic Children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 20(1), 115-128.
- Murza, K., Schwartz, J., Hahs-Vaughn, D. & Nye, C. (2016). Joint attention interventions for children with autism spectrum disorder: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 51(3), 236-251.
- NordahlHansen, A., FletcherWatson, S., McConachie, H. & Kaale, A. (2016). Relations between specific and global outcome measures in a social-communication intervention for children with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 29-30, 19-29.
- Ospina, M., Krebs, S., Clark, B., Karkhaneh, M., Hartling, L. & Tjosvold, L. (2008). Behavioral and developmental interventions for autism spectrum disorder: a clinical systematic review. *PLoS One*, 3(11) e3755.
- Schertz, H. & Odom, S. (2007). Promoting joint attention in toddlers with autism: A parent-mediated developmental model. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(8), 1562–1575.
- Schertz, H. H., Odom, S. L., Baggett, K. M. & Sideris, J. H. (2013). Effects of joint attention mediated learning for toddlers with autism spectrum disorders: An initial randomized controlled study. *Early Childhood Research Quarterly*, 28(2), 249-258.
- Seibert, J., Hogan, A. & Mundy, P. (1982). Assessing interactional competencies: The Early Social-Communication Scales. *Infant Mental Health Journal*, 3(4), 244-258.
- Stone, W., Ousley, O. & Littleford, C. (1997). Motor imitation in young children with autism: What's the object? *Journal of Abnormal Child Psychology*, 25(6), 475–485.
- Tachibana, Y., Miyazaki, C., Ota, E., Mori, R., Hwang, Y., Kobayashi, E., Terasaka, A., Tang, J. & Kamio, Y. (2017). A systematic review and meta-analysis of comprehensive interventions for pre-school children with autism spectrum disorder (ASD). *PLoS One*, 12(12), e0186502.
- Wetherby, A. & Prizant, B. (2002). *Communication and Symbolic Behavior Scales Developmental Profile*. Baltimore, MD: Paul H. Brookes.
- Wong C., Odom S., Hume K., ym. (2015). Evidence-based practices for children, youth, and young adults with autism spectrum disorder: a comprehensive review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45, 1951–66.
- Yoder, P. & Symons, F. J. (2010). *Observational measurement of behavior*. New York: Springer.





# NEUROPSY OPEN

Neuropsykologian erikoistumiskoulutuksen julkaisuja  
Publications by the Specialisation Programme in Neuropsychology

Helsingin yliopisto, University of Helsinki, 1/2021

---

## Virtual reality (VR) interventions in cognitive rehabilitation among adolescents with autism spectrum disorder

**Anna-Kaisa Alzamora**

### ABSTRACT

Technological devices are fast evolving. Millennials have grown with the devices and the internet, making them a very important target research group. The objective of this study is to provide an overview of the latest virtual reality (VR) interventions used in cognitive rehabilitation among adolescents with autism spectrum disorder (ASD). Due to the rapid technological advances, the systematic literature search was limited to publications from the last five years (2013 to 2017). In the review, only 3 studies were identified that used VR technology as a cognitive intervention tool among adolescents with ASD. Vocational skills, social competence and driving skill training were the categories where VR technology documented a peak of its usage. Due to the limited scope and the small sample sizes in existing research, the effectiveness of these interventions as rehabilitation or training tool still remains unproven. Recommended interventions are difficult to determine.

### Keywords:

Autism spectrum disorder, virtual reality, virtual environments, adolescents, cognitive training, millennials

## INTRODUCTION

Technological-based interventions have been exponentially growing in the last years. Applications designed for health care have been increasingly recognised as useful not only in remote areas, where health care services are limited, but also in all situations where the health specialist – patient interaction happens online. With the advent of affordable technological tools, there is a new opportunity to apply telemedicine to decentralize health treatments reaching more patients and improving lives around the world. New technological interventions are typically recognized as cost-effective.

The current generation of adolescents has been dealing with online technology and computers all their lives, and according to some researchers, visually presented information is a preferable form of support and learning also for many adolescents with autism spectrum disorder (ASD) (Shane & Albert, 2008; Odom et al. 2015). Still, the research and intervention literature has not been focusing on adolescents as much as preschool- and elementary school aged children (Wong et al. 2014). Currently, virtual reality (VR) is offering a new way of an active human-computer interaction within virtual environments that imitate closely real life (Riva, Mantovani & Gaggioli, 2004), which has been studied from the neuropsychological point of view even less.

This following work is organized by first shortly describing core developmental challenges and expectations in subjects with an autism spectrum disorder (ASD). Then, some of the evidence based interventions used in ASD rehabilitation are described, detailing the technology-based interventions, especially on virtual reality (VR). A systematic literature review is carried out in order to describe the latest trends of VR-based interventions used among 13-19 year-old adolescents with ASD, and to identify needs for future research.

## Clinical presentation of autism spectrum disorder

Autism spectrum disorders (ASDs) are one of the most common neurodevelopmental disorders among children with the present prevalence estimate of 1.04% (95 % CI 0.99% - 0.108 %) (MacKay, Boyle & Connelly, 2016). The frequency of these disorders has increased throughout the last decades, and it is unclear whether this is entirely attributable only to the increased awareness of milder forms of the disorder among medical providers (DeFillips & Wagner, 2016). It has been also discussed that the increases in the prevalence estimates may reflect changes in definitions, concepts and service availability (Fombonne, 2009). Either way, it calls for more effective intervention procedures. ASD is characterized by complex behavioral phenotype and impairments in social communication, repetitive behaviours and restricted interests (APA, 2000). The concept of autism has been evolving during the last century. The newest classification of The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5) regards autism as a continuum, falling under one diagnostic classification, termed Autism Spectrum Disorder (ASD). DSM-5 now includes the option of describing more of the individual support one might need rather than the severity of ASD.

## Interventions for autism spectrum disorder: Evidence-based practices and intervention outcomes

Only few studies have evaluated treatment approaches for teenagers and young adults with ASD, and only five studies mainly on medical interventions have proven to be of reasonable quality (Lounds Taylor et al., 2012). Lounds Taylor et al. (2012) systematically reviewed intervention studies for adolescents and young adults (ages 13-30) presented in 1980-2011 identifying most of the studies poor

quality. In their review some improvement in social skills and functional behavior were suggested by a series of small scale studies focused on behavioral, adaptive skills and educational interventions that were evaluated as weak by the authors. In the developmental transition from childhood to adolescence the interventions focusing towards independent functioning or adaptive behavior should come more to the spotlight as there might emerge also new developmental challenges or symptoms (eg. vocational engagement or independent living) (Selzer, Shattuck, Abbeduto & Greenberg 2004). Wong et al. (2014) identified two main classes in their broad review on interventions used in autism spectrum disorder: focused intervention practices and comprehensive treatment models. With comprehensive treatment models they are referring to "a set of practices designed to achieve a broad learning or developmental impact on the core deficits of ASD". Focused intervention practices focus on a single skill or goal and occur during a shorter time period (Odom, Boyd, Hall & Hume, 2010). Wong (2014) found in their review (years 1990-2011) a total of 27 studies that were filling the requirements of evidence-based practices. Most of those studies had been focusing on pre-school children with outcomes of social skills (19 %), communication (21%), challenging behavior (19%) and social readiness skills (8%) while approximately 2% of the ASD intervention outcome had been about cognitive performance, such as intelligence, theory of mind, attention or executive function (Wong, 2014). Much less focus has been laid on the typically important concerns for adolescence like vocational skills needed for employment preparation (1%) or mental health (0,1%) (Wong, 2014).

### *Technological-based interventions*

It is anecdotally known, that adolescents with ASD have a fascination towards technology and computers, yet the empirical research among ASD individuals

has not been as strong as with typically developed peers (Mazurek, Shattuck, Wagner & Cooper, 2012). A growing number of studies have investigated diverse applications of technology-based interventions of children with autism (Goldsmith & LeBlanc, 2004). The development of technology has allowed the assessment methods and rehabilitation tools to evolve towards more and more naturalistic, real life conditions. This seems to be an important progressive step, as according to Neisser (1982) cognitive psychology has been suffering from the lack of ecological validity, the relevance of the used method or system relative to the "real" world. Keintz, Goodwin, Hayes & Abowd (2013) reviewed technology that has been designed for individuals with ASD identifying eight interactive technology platforms: personal computers, use of the web, shared active surfaces, mobile devices, sensor and wearable technologies, robotics, natural user interfaces and virtual reality. The growing number of technological interventions has led National Autism Center, a center for the Promotion of Evidence-based Practice (2009) to name this new group of different behavioral and educational approaches as "Technology-based treatment". The use of technological devices diminishes human error, as many programs include a built-in standardization and provide an opportunity for repetitions (Miller & Barr, 2017).

### *Virtual Reality (VR) and Virtual Environments (VE)*

There are different definitions of virtual reality (VR) depending on if the focus is in the technological features or in describing the active participation of the individual within a computer-generated 3D-virtual world. Jaron Lamier was the first to use the term of virtual reality in 1986 and since then VR has been typically described as a group of technical devices including a head-mounted display, a computer with interactive 3D visualization and data gloves (Riva

et al. 2004). VR can also be described as a simulation of the real world, naturalistic environments using computer graphics (Wang & Reid, 2009; Rizzo, Schultheis, Kerns, Mateer, 2004). Virtual environments (VE's) provide experiences that can help in either understanding concepts or learning to perform specific tasks by simulating the real world as it is or creating totally new worlds (Chittaro & Ranon, 2007). Rizzo et al. (2004) describe VEs "much like an aircraft simulator", with the difference that VEs can present simulations that "asses and rehabilitate human cognitive and functional processes under a range of stimulus conditions that are not easily controllable in the real world". In neuropsychology, the first discussions of the potential of VR technology and applications emerged in the mid 1990s (Pugnetti et al., 1995; Rizzo, 1994; Rose, Attree & Johnson, 1996). According to Goldsmith & LeBlanc (2004) virtual reality applications offer incomparable control over the environment, which allows health care professionals to arrange environments that promote the best learning and generalization. It also offers a safe and highly realistic environment to teach skills that are associated with some level of danger (e.g. stranger safety) when taught in the natural environment. VR technology is aligned with the visuospatial preference that is generally identified as a strength and main learning channel of students with autism spectrum disorder (Fernández-Herrero, Lorenzo-Lledó, Lledó Carreres, 2018).

Even though the research on the use of VR as an educational tool for ASD has started some 20 years ago, most of the scientific reports concentrate between the years 2010 and 2017 probably due to the level of development and affordability of the VR technology (Fernández-Herrero et al., 2018). The current research in VR technology within the last 10 years has focused for example on neurocognitive assessment, pain management, prevention and treatment of eating disorders, communication

training, social skills training, vocational readiness training, psychotherapy and rehabilitation (Parsons et al., 2017). The publications of VR as an educational tool among autistic individuals have been mostly focusing on the learning of social skills (especially socially accepted behaviour), over those that deal with emotional skills (where the leading topic of research has been emotions recognition and regulation) (Fernández-Herrero et al., 2018). The investigation of VR as a cognitive rehabilitation tool among adolescents with ASD hasn't gained as much interest as among children which is surprising as computer-based tasks can actually be encouraging learning and motivation among youth with ASD (Parsons, Leonard & Mitchell, 2006). One of the worries has been, if individuals with ASD can understand and interpret the technology appropriately. Parsons et al. (2006) in their small, qualitative case-study observed and gathered comments from two adolescent boys with ASD while they were using VE-based environments. The researchers found that the participants seemed to interpret the scenes meaningfully, even though there were also signs of repetitive behaviors and literal interpretation of the scenes. The researchers found the results encouraging as the participants reported feelings of satisfaction combined with an ability to provide relevant examples how the VE could help them in the real world as well (Parsons et al., 2006).

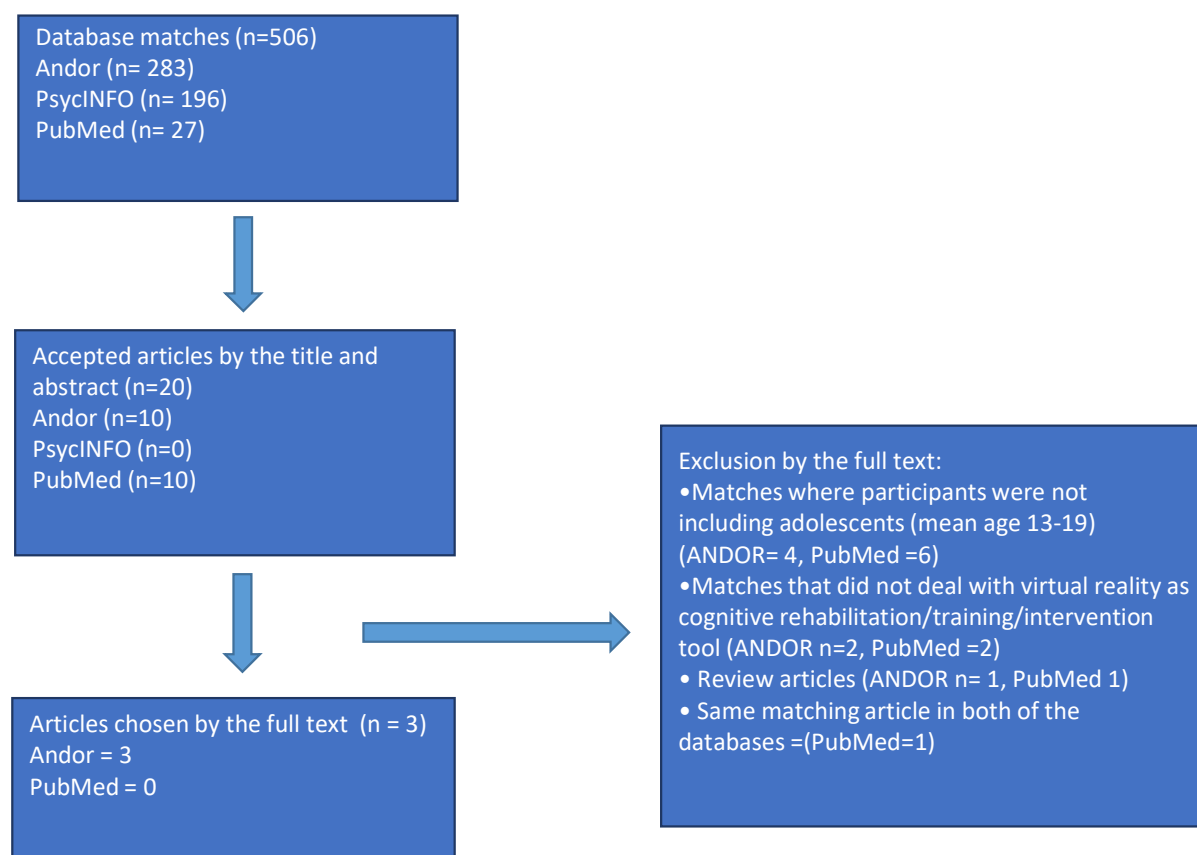
### Aims of the study

The aims of this systematic literature review were a) to explore the latest trends of VR-based interventions among 13-19 year-old adolescents with ASD, and b) to evaluate suggestions for future research.

## METHODS

To identify all the studies that investigated the use of virtual reality in cognitive rehabilitation among adolescents with ASD, a search was conducted April 28th and April 29th 2018 in ANDOR (database portal in Tampere University, using ProQuest Summon index finding articles), PsycINFO and PubMed. The combination of search expressions including: "ASD", "autism spectrum disorder", "virtual reality", "cognitive", "rehabilitation or treatment" and "adolescent" was used. Manual search was also conducted in Google Scholar, but no additional articles were found with the criterion. Search concepts were selected by using MeSH and Termix browsers (Table 1). The description of the DSM-5 based autism spectrum disorder (ASD) was used in the search terms instead of wider diagnosis of

pervasive developmental disorders (eg. Asperger syndrome or PDD-NOS). Only articles that were published during the last five years (between 1 January 2013 and 31 December 2017) were considered for closer evaluation. The language was limited to English and the full text article had to be available in the database. In the search portal ANDOR the science field was also limited to psychology. With these criteria, 506 articles were found in the databases. The titles and abstracts of the resulting articles were screened first, and after that in the full-text review only articles relevant to the study were accepted. The following inclusion criteria were used: interventions that a) included interactions with virtual reality or virtual environment b) included a participant group with formally diagnosed ASD, c) had adolescent participants (mean age 13-19 years) d) assessed



**Figure 1.** The process of database search. Screening progression and number of the articles.

training/rehabilitation or intervention. Exclusion criterion: a) studies that didn't use virtual reality technology for rehabilitative/training or intervention b) review articles or meta-analyses. After careful evaluation, 3 articles were chosen for this mini review (Figure 1).

## RESULTS

Table 1 shows the articles selected for the review. The first study (Cox et al., 2017)

used virtual reality driving simulation (VRDS) training to evaluate and assess improvement in driving performance, the impact of VR training on driving-relevant executive functions (response inhibition, working memory and dual tasking) and tactical skills with novel drivers with ASD. The driving licence reinforces independency in several ways, eg. maintaining and securing social relationships and work (Reimer, Fried & Mehler 2013). Compared to non-ASD individuals, people with ASD are known to have more problematic driving

**Table 1.** Studies investigating VR-based interventions in cognitive rehabilitation among adolescents with ASD (years 2013-2017)

Authors and the year of publication	Title of the publication	Aim of the Study	ASD participants in the study (n) and the mean age	Main finding(s) of the study
Cox, D., Brown, T., Ross, V. et. al. (2017)	Can Youth with Autism Spectrum Disorder Use Virtual Reality Driving Simulation Training to Evaluate and Improve Driving Performance? An Exploratory Study.	To investigate how novice drivers with autism spectrum disorder (ASD) differ from experienced drivers and whether virtual reality driving simulation (VRDST) training improves ASD driving performance.	51 novice ASD drivers, (M= 17.96 years)	VRDST significantly improved driving and EF performance over RT.
Strickland, D., Coles, C., Southern, L, (2013)	JobTIPS: A Transition to Employment Program for Individuals with Autism Spectrum Disorders.	Evaluated the effectiveness of an internet accessed training program (including virtual reality practice sessions) with high functioning Autism Spectrum Disorders.	22 participants with ASD or high functioning autism (M= 18.21, SD=1.03)	Method can improve employment related interviewing skills (especially verbal content skills) for individuals with ASD.
Lahiri, U., Bekele, E., Dohrmann, E. et al., (2015)	A Physiologically Informed Virtual Reality Based Social Communication System for Individuals with Autism.	Evaluation of an application of a novel physiologically responsive virtual reality based technological system for conversation skills in a group of adolescents with ASD.	8 adolescents with ASD (M = 15.88 years, SD = 2.18 years)	Improved performance and looking pattern within the physiologically sensitive system as compared to the performance based system.

\*EF (executive functions)

behaviour compared to non-ASD individuals with poor motor coordination, social communication deficits, weaker central coherence and executive skills (Brooks et al., 2016). The VRDS has the benefits of providing a possibility for immediate feedback by keeping up the motivation for practice, and also providing a possibility to pause the activity for careful review and evaluation. This can be helpful for monitoring your own performance and self-awareness especially when it comes to executive skill problems (Rizzo et al., 2004). Enhancing motivation can be also created by the hierarchical delivery of stimulus, which allows the difficulty levels of the tasks to proceed gradually thus supporting positive reinforcement and identification, implementing, and modifying individual compensatory strategies (Rizzo et al., 2004). In the research of Cox et al. (2017) novice drivers with ASD were compared to experienced drivers and whether virtual reality driving simulation training (VRDST) would improve the driving performance of ASD participants. Participants were randomized into three alternative variations of VRDST or routine training (RT). Cognitive domains of executive skills and tactical driving skills were assessed pre- and post-training. Standard VRDST included 8 to 12, 1 hour training sessions, where the participant had to proceed by passing each training module (10 modules) in order with a certain driving theme. A trainer demonstrated the task of the module to the participant beforehand and monitored performance with positive verbal feedback. Automated VRDST was similar to Standard version but instead of a trainer's voice, provided real time simulator's computerized auditory feedback (eg. "too fast", "wide turn"). Eye tracking VRDST was using incorporated eye tracking with Standard VRDST. According to Cox et al. (2017), differential improvement in the tactical performance was evidenced by the use of Standard and Automated VRDST relative to RT, suggesting VRDST

as a potential tool for improving basic driving skills. The research did not find VRDST to be more effective for routine training as it comes to driving relevant executive function improvement (only with working memory-arm/hand reaction time). It is worth pondering, if the normally presenting lack of real-world training distractions could be influencing the development of executive functions and enhancing the ecological value of this method (Rizzo et al., 2004). However, VRDST seemed to be a significantly better (better steering and speed control) tool by improving the tactical performance relative to routine training.

As it was previously mentioned, the popularity of using VR as a social skills training tool with ASD was also proved at this review as the two other studies were using VR training to improve social interaction in different settings. In the study by Strickland, Coles and Southern (2013) VR practice was used to teach appropriate skills required in a successful job interview for adolescents with ASD. The JobTIPS program is based on the concept of Theory of Mind (ToM), with the understanding that behind the behavior of ASD individuals, there is a lack of an ability to attribute mental states to themselves and to the others (Baron-Cohen, Tager-Fulsberg & Cohen, 2000). In their randomized study of 22 adolescents, half of the participants received virtual reality-based training following the initial interview while the other half did not. The participants randomized to the training group were guided to use JobTIPS interviewing program at their home computers. At the virtual office space the clinician used the interviewer avatar (an avatar is a graphic representation linked to a user to which will work as his/her identification in the virtual world) providing feedback about the initial interview providing concrete samples of desirable interview answers. Training included also guidance and feedback of participant's non-verbal communication (eg. facial expressions and body language).

The participants were evaluated by independent raters, which focused their rates for both content and delivery of the interview. They found that the JobTIPS program was effective in teaching correct verbal performance, but the program did not improve the non-verbal communication combined with the speech (e.g. posture or facial expressions). Nevertheless the "empowering environment" of rehabilitation using VR can provide a safe setting to explore and experiment freely different emotions and thoughts without feeling threatened (Riva et al., 2004). The research setting had limitations with sample size. Results may be questioned also due to assessing the progress of vocational skills among highly motivated, volunteer boys only. The results might not be generalized to a wider scale of ASD.

In the third, small usability study that focused on the potential of VR-gaze-based system to improve social communication. Lahiri, Bekele, Dohrmann, Warren and Sarkar (2015) were aiming to focus more on the non-verbal behavior of communication. The authors presented a novel VR-based system that was designed to administer and alter social interaction and provide feedback based on two criteria: with objective task performance and dynamic physiological measures of eye gaze (Lahiri et al., 2015). Like in study of Strickland et al. (2013), Lahiri et al.(2015) were also pointing out the importance of not only achieving improved task performance, but also improved social communication skills and the ability to carry out conversation in an appropriate way, eg, with socially appropriate looking pattern. They designed a VR-based Adaptive Response Technology based system and evaluated conversational skills of 8 ASD adolescents. Pilot work for usability before actual evaluation included also 4 typically developed peers. The VR-based system involved three different modules. During the tasks, there were two different ways of interaction between avatar and the

participant. In a performance-based session (PS) the avatar's role was only to respond and answer for the questions the participant asked. In the engagement-based session (ES) the system was also aware of the participant's predicted behavior by the looking pattern and gaze related physiological signals. The first module (VR-based social communication task module) included 24 social tasks with avatars narrating personal, stories to the participants that were typically interesting for adolescents (eg. favourite sport). The second module (a real time eye-gaze monitoring module) captured gaze data with eye-tracker goggles while the participant was interacting with an avatar. The third module (individualized adaptive response module) used two adaptive VR-based systems for providing individualized responses for conversation (ES and PS). Conversation capabilities of the altered components hinge on 1) Performance-based session alone (PS) or 2) the composite outcome of performance and physiological metrics of foretold engagement (e.g. pupil dilation, gaze pattern, blink rate) (Engagement-based session (ES)). The results showed that each ASD and TD (typically developed aged matched controls) participant showed more improvement in terms of fixation towards the face of their virtual peers in the ES condition compared to the PS (Lahiri et al. 2015). The majority of these participants were ready to demonstrate changes in terms of additional viewing faces of virtual peers (avatars) for an extended period furthermore as playing higher whereas interacting with the ES system, vs. PS system. However, there should be cautious interpretation of the results as the sample size was very small (n=8) and proof-of-concept design was used in the study. The study was also limited to teenagers with average or higher than average intelligence, which limits the representativeness of the study. It also remains uncertain whether there is generalization to real-life in the skill im-



provement. According to the study more research is needed to understand the potential of VR platforms that can integrate physiological and engagement processes.

## DISCUSSION

The systematic literature review yielded three studies that focused on VR-based interventions on adolescents with ASD, published in the last five years, it seems that there is a strong trend towards creating new technological equipment as most of the reviewed studies are pilot studies of new programs or applications using the newest VR or VE technology. Therefore, the research focusing on the effectiveness of these interventions as rehabilitation or training tools remains very limited and should be interpreted with caution. This makes it difficult to determine the recommended interventions. The technology and the use of VR have been developing strongly after 2010 and the field of research is still very novel. These factors contribute to the small sample sizes, thus diminishing reliability and generalizability. Much more research is also needed to evaluate the transfer of the improvements into real life. It was also surprising that there seems to be only few researches using VR technology in cognitive training among adolescents, even though this type of technology is of highly usage in this group. More research is needed to cover more widely different scales of cognitive functioning as the research is mainly focusing on adolescents with average or higher than average intelligence. In this research there were no studies of longer term impacts of the training. According to Lounds Taylor et al (2012) there is a general lack of adequate information on longer-term outcomes especially relating to achieving goals for independence and quality of life when it comes to adolescents and young adults with ASD.

Despite several technology-based interventions that aim to help the lives of children and adolescents with ASD, there have been questions about the risks for negative health outcomes related to the long screen times. The most recent studies are even raising the question whether the extensive audiovisual screen time would be explaining the rising prevalence of autism spectrum disorders by justifying their theory with the distorted development of neuroplasticity (Heffler & Oestreicher, 2016). As the sensory exposure is heightened by increased audio and visual input, the infants' neuronal pathways are more susceptible to specialization of non-social sensory processing than environmental exposures which are essential e.g. reading social cues. Major concerns have been raised over the fact that the various non-automatic cognitive efforts that are required to navigate or interact with the more demanding level VR technological devices could be a distraction within rehabilitation processes for adolescents with cognitive difficulties (Rizzo et al., 2004). Other researchers have been worried about the VE exposed childrens' problems to differentiate real memories from VR-based memories (Segovia & Bailenson, 2009). Despite of all the existing benefits of VR, there is still a need for establishing the psychometric properties of VR interventions and assessment, and the added value for neuropsychological practices with normal and clinical populations needs to be verified via systematic empirical research (Parsons et al., 2017; Rizzo et al., 2004).

In conclusion, the purpose of the following mini-review was to determine the latest trends of VR applications among adolescents with ASD. Due to the very rapid development of the technical devices, the review was limited to last five years. In this study the accepted articles were very limited and the size samples were small. According to Newbutt, Sung, Kuo and Leahy (2017) the research with individuals with

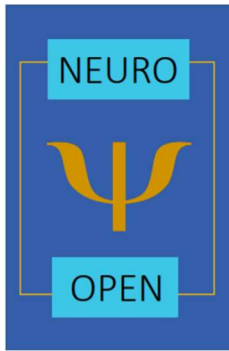
ASD has been focusing on helping functional, social, personal and vocational skills. In the ASD literature younger school-aged children have been in the spotlight of early interventions and rehabilitation services. Surprisingly, based on the findings of both the present study and the large review of evidence-based practices used for children, youth and young adults (Wong et al, 2014) less focus has been pointed on adolescent research and services. Virtual reality applications seem still to be quite novel in cognitive rehabilitation, but in time the use of technology is likely to be more frequent also in the health care sector.

Anna-Kaisa Alzamora  
Helsingin yliopisto

## REFERENCES

- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (Revised 4th ed.). Washington, DC: Author.
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* 5th Edition. Washington DC: Author.
- Baron-Cohen, S., Tager-Fulsberg, H., Cohen, D. J. (2000). *Understanding other minds: Perspectives from developmental cognitive neuroscience*. Oxford: Oxford University Press.
- Brooks, J., Kellett, J., Seeanner, J., Jenksins, C., Buchanan, C., Kinsman, A., Kelly, D., Pierce, S. (2016). Training the Motor Aspects of Pre-Driving Skills of Young Adults With and Without Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46, 2408-2426.
- Chittaro L. & Ranon, R. (2007). Web3D technologies in learning, education and training: Motivations, issues, opportunities. *Computers & Education*, 49, 3-18.
- Cox, D., Brown, T., Ross, V., Moncrief, M., Schmitt, R., Gaffney, G., Reeve, R. (2017). Can Youth with Autism Spectrum Disorder Use Virtual Reality Driving Simulation Training to Evaluate and Improve Driving Performance? An Exploratory Study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 47(8), 2544-2555.
- DeFilippis, M., & Wagner, K. (2016). Treatment of Autism Spectrum Disorder in Children and Adolescents. *Psychopharmacology Bulletin*, 46(2), 18-41.
- Fernández-Herrero, J., Lorenzo-Lledó, G., Lledó Carreres, A. (2018). A Bibliometric Study on the Use of Virtual Reality (VR) as an Educational Tool for High-Functioning Autism Spectrum Disorder (ASD) Children, *Contemporary Perspective on Child Psychology and Education*, Associate Prof. Şenay Çetinkaya (Ed.) IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.71000. Available from: <https://www.intechopen.com/books/contemporary-perspective-on-child-psychology-and-education/a-bibliometric-study-on-the-use-of-virtual-reality-vr-as-an-educational-tool-for-high-functioning-au>.
- Fombonne, E. (2009) Epidemiology of pervasive developmental disorders. *Pediatric Research*, 65, 591-598.
- Goldsmith, T.R. & LeBlanc, L.A. (2004). Use of Technology in Interventions for Children with Autism. *Journal of Early and Intensive Behavior Intervention*, 1(2), 166-178.
- Heffler, K.F. & Oestreicher, L.M. (2016). Causation model of autism: Audiovisual brain specialization in infancy competes with social brain networks. *Medical Hypotheses*, 91, 114 - 122.
- Keintz, J., Goodwin, M. S., Hayes, G., & Abowd, G. (2013). Interactive technologies for autism. In *Synthesis Lectures on Assistive, Rehabilitative, and Health-Preserving Technologies*, 2(2), 1-177. Morgan & Claypool.
- Lahiri, U., Bekele, E., Dohrmann, E., Warren, Z., & Sarkar, N. (2015). A Physiologically Informed Virtual Reality Based Social Communication System for Individuals with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(4), 919-931.
- Lounds Taylor J., Dove, D., Veenstra-VanderWeele, J., Sathe, N., McPheeters, M., Jerome, R, Warren, Z. Interventions for Adolescents and Young Adults with Autism Spectrum Disorders. Comparative Effectiveness Review No. 65. (Prepared by the Vanderbilt Evidence-based Practice Center under Contract No. 290-2007-10065-I.) AHRQ Publication No. 12-EHC063-EF. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality. August 2012. [www.effectivehealthcare.ahrq.gov/reports/final.cfm](http://www.effectivehealthcare.ahrq.gov/reports/final.cfm).
- MacKay, T., Boyle, J. & Connolly, M. (2016). The Prevalence of Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Educational and Child Psychology*, 33(3), 76-91.
- Mazurek, M. O., Shattuck, P. T., Wagner, M., & Cooper, B. P. (2012). Prevalence and Correlates of Screen-Based Media Use among Youths with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(8), 1757-1767.
- Miller, J. & Barr, W. (2017). The Technology Crisis in Neuropsychology. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 32(5), 541-554.
- National Autism Center (2009) National Standards Report. Randolph, M: National Autism Center.
- Neisser, U. (1982). Memory: What are the important questions? In U. Neisser (Eds.). *Memory observed: Remembering in natural contexts* (pp. 3-19). New York: Freeman.
- Newbutt, N., Sung C., Kuo, H. & Leahy, M. J. (2017). The potential of virtual reality technol-

- ogies to support people with an autism condition: A case study of acceptance, presence and negative effects. *Annual Review of Cyber Therapy and Telemedicine (ARCTT)*, 14, 149-154.
- Odom, S., Boyd, B., Hall, L., Hume, K. (2010). Evaluation of comprehensive treatment models for individuals with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40, 425-436.
- Odom, S., Thompson, J., Hedges, S., Boyd, B., Dykstra, J., Duda, M., Szidon, K., Smith, L., Bord, A. (2015). Technology-Aided Interventions and Instruction for Adolescents with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(12), 3805-3819.
- Parsons, S., Leonard, A. & Mitchell, P. (2006). Virtual environments for social skills training: Comments from two adolescents with autistic spectrum disorder. *Computers & Education*, 47(2), 186-206.
- Parsons, T., Riva, G., Parsons, S., Mantovani, F., Newbutt, N., Lin, L., Venturini, E., Hall, T. (2017). Virtual Reality in Pediatric Psychology. *Pediatrics*, 140(2).
- Pugnetti, L., Mendozzi, L., Motta, A., Cattaneo, A., Barbieri, E., Brancotti, S. (1995). Evaluation and retraining of adults' cognitive impairments: Which role for virtual reality technology? *Computers in Biology and Medicine*, 25(2), 213-227.
- Reimer, B., Fried, R. & Mehler, B. (2013). Brief report: examining driving behavior in young adults with high functioning autism spectrum disorders: a pilot study using a driving simulation paradigm. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 43: 2211-2217.
- Riva, G., Mantovani, F., Gaggioli, A. (2004). Presence and rehabilitation. Toward second-generation virtual reality applications in neuropsychology. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 1,9.
- Rizzo, A. (1994). Virtual reality applications for the cognitive rehabilitation of persons with traumatic head injuries. In H. J. Murphy (Ed.), *Proceedings of the 2nd International Conference on Virtual Reality and Persons With Disabilities*. Northridge, CA: California State University. (<http://www.csun.edu/cod/conf/1994/proceedings/Table94.htm>)
- Rizzo, A., Schultheis, M., Kerns, K., Mateer, C. (2004). Analysis of assets for virtual reality applications in neuropsychology. *Neuropsychological Rehabilitation*, 14(1/2), 207-239.
- Rose, F., Attree, E., Johnson, D. (1996). Virtual reality: An assistive technology in neurological rehabilitation. *Current Opinions in Neurology*, 9, 461-467.
- Segovia, K. & Bailenson, J. (2009). Virtually true: children's acquisition of false memories in virtual reality. *Media Psychology*, 12(4), 371-393.
- Seltzer, M., Shattuck, P., Abbeduto, L., Greenberg, J. (2004). Trajectory of Development in Adolescents and Adults with Autism. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 10(4), 234-247.
- Shane, H. & Albert, P. (2008). Electronic screen media for persons with autism spectrum disorders: Results of a survey. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38, 1499-1508.
- Strickland, D. C., Coles, C. D., & Southern, L. B. (2013). JobTIPS: A Transition to Employment Program for Individuals with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(10), 2472-2483.
- Wang, M. & Reid, D. (2009). The Virtual Reality-Cognitive Rehabilitation (VR-CR) Approach for Children with Autism. *Journal of Cyber Therapy and Rehabilitation*, 2(2), 95-104.
- Wong, C., Odom, S., Hume, K. Cox, A., Fettig, A., Kucharczyk, S., Brock, M., Plavnick, J., Fleury, V., Schultz, T. (2014). *Evidence-based practices for children, youth, and young adults with Autism Spectrum Disorder*. Chapel Hill: The University of North Carolina, Frank Porter Graham Child Development Institute, Autism Evidence-Based Practice Review Group.



# NEUROPSY OPEN

Neuropsykologian erikoistumiskoulutuksen julkaisuja  
Publications by the Specialisation Programme in Neuropsychology

Helsingin yliopisto, University of Helsinki, 1/2021

---

## Effects of technological memory aid on activities and participation, independence, quality of life and mood

**Sara Daavittila, Sini-Tuuli Siponkoski, Mia Tuomainen ja Sanna Koskinen**

### TIIVISTELMÄ

Tekniset apuvälineet, jotka antavat auditiivisia ja visuaalisia muistutuksia tietyinä ajankohtana, parantavat tutkitusti tehtävien suorittamista ajallaan. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia, miten älypuhelimien kautta saadut muistutukset vaikuttavat laajemmin suorituksiin ja osallistumiseen, itsenäisyyteen, elämänlaatuun sekä mielialaan henkilöillä, joilla on muistin ja toiminnanohjauksen vaikeuksia. Tutkimus toteutettiin osana kliinistä kehittämissuorityötä, jossa pyrittiin löytämään uusia välineitä käytännön kuntoutustyöhön asumispalveluyksikössä. Tutkimukseen osallistui 14 henkilöä, joilla oli neurologiseen sairauteen liittyviä muistin tai toiminnanohjauksen vaikeuksia. He saivat 10-12 kk ajaksi käyttöönsä älypuhelimien, johon oli asennettu muistutuksia antava sovellus. Muistutukset asennettiin jokaiselle osallistujalle yksilöllisesti osallistujien toiveiden mukaisesti. Suorituksia ja osallistumista tutkittiin ICF-viitekehyksen näkökulmasta. Omista tavoitteista suoriutumista, tyytyväisyyttä omaan suoriutumiseen, arkitointojen itsenäisyyttä, elämänlaatua ja mielialaa arvioitiin ennen apuvälineen käyttöönottoa, 6 kk käytön jälkeen sekä jakson lopuksi 10-12 kk jälkeen. Jakson aikana osallistujien arvio omista tavoitteistaan suoriutumisesta sekä tyytyväisyys omaan suoriutumiseen koheni. Arjen toimintakyvyssä tapahtui lievää kohenemistä jakson loppupuolella. Elämänlaadussa tai mielialassa ei todettu muutosta tutkimusjakson aikana. Tutkimuksen tulokset tukevat aikaisemmissa tutkimuksissa saatua näyttöä siitä, että teknisten apuvälineiden käyttö muistin tukena voi olla hyödyllinen keino muistin ja toiminnanohjauksen vaikeuksien kuntoutuksessa.

### Avainsanat:

Tekninen apuväline, muistivaikeudet, toiminnanohjauksen vaikeudet, aktiivisuus ja osallistuminen, elämänlaatu, mieliala

## INTRODUCTION

Difficulties of memory and executive functions are cognitive deficits that appear frequently in neurological conditions. They have a remarkable effect on individuals' ability to work, live independently and participate in social activities (1). Cognitive deficits are also related to depression (2, 3), decrease of independence, and quality of life (4). Executive functions is an umbrella term used for a wide range of cognitive processes including planning, inhibition, initiation and monitoring of action, mental flexibility and working memory (5). Difficulties in maintaining goals, prioritizing activities and initiating actions may lead to passivity or difficulties in everyday functioning. Correspondingly, the term memory covers a wide range of different subfunctions. Remembering things, we have heard or seen before requires retrospective memory. The type of memory we use to remember to perform an intended action at a specific time in the future - for example, paying bills or taking medication in time - is called prospective memory. Prospective memory deficits are frequently described in neurological conditions (6, 7, 8). Successful prospective remembering requires functioning of the retrospective or autobiographical memory as well as enough executive skills (9). If a person has problems in either of these areas, he or she may benefit from support in remembering to perform everyday actions. One possible way to provide this support is the use of external aids like calendars, checklists or electronic devices (10, 11).

The International Classification of Functioning, Disabilities and Health (ICF) describes functioning in different health states. Functioning is an umbrella term for body functions, body structures, activities and participation. It denotes the positive aspects of the interaction between an individual with a health condition and that individual's contextual factors (12). For rehabilita-

tion, participation and environmental factors are crucial constructs (13). The ICF defines "participation" as "involvement in a life situation" (12). Environment refers to the physical, social and attitudinal environment in which people live and conduct their lives. These can be either barriers to or facilitators for the persons functioning. One example of environmental factors are assistive products and technologies which can be used to assist people in daily living (12). Brain injury or other neurological condition can lead to participation restrictions and activity limitations, which affect every day functioning and social relations in crucial areas of life. These limitations are often related to deficits in memory and executive functions. By actively affecting the environmental factors or by using assistive products, it is possible to facilitate participation and quality of life, which is the purpose of all rehabilitation (14). Although assistive technology is classified in the Environmental Factors domain of the ICF, its value is determined by its impact on daily activities and participation in community life. Technologies go often unused, because they do not fit with user capabilities, preferences, or habits (15). Therefore, it is essential to investigate, what kind of users benefit from different forms of assistive technology, and how do they experience their usage.

A growing amount of evidence shows that external cuing by electronic memory aids may be efficacious in compensating prospective memory problems and executive deficits (11, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23). Today different portable electronic devices are popular aids in organizing and remembering our everyday plans and appointments. During the last decade, the use of technological memory aids has become much more common among people with acquired brain injury (24). In a recent interview study (25), people with brain injury reported audible and visual reminders, all-in-one device, connectivity, and mobility as most important advantages of smartphones, when using them as memory aids.

In contrast battery life and concerns about loss or failure of the device were mentioned often as disadvantages. Smartphones are often seen less stigmatizing than devices specifically developed for people with cognitive deficits (26). Despite of all documented advantages, the use of smartphones or other forms of assistive technology has not yet been systematically implemented in cognitive rehabilitation.

One of the most elaborately studied assistive devices is a pager-based reminder system NeuroPage (20, 21). It is based on a simple commercial pager, which is used as the reminding component of an electronic reminder system. The working mechanism of a pager is relatively simple: it beeps or vibrates when a message is received, and the message appears on the screen. In NeuroPage, a central computer database stores the messages that are entered into the computer, and from then on users receive the messages automatically. On the appropriate date and time, NeuroPage accesses the user's data files, determines the reminder to be delivered, and transmits the information via a paging company (21). This pager-based system has been shown to improve timely task completion rates both in case studies (27) and in group studies (28). NeuroPage has been successfully used in Great Britain already for more than ten years. Since 2007 the users have had the possibility to use their mobile telephones instead of the pagers to receive the messages. Some users choose this opportunity; some still prefer the simpler pager (29).

Multiple randomised controlled studies have shown promising results on the use of mobile devices, such as personal digital assistants (PDA) and web-based calendar applications in patients with acquired brain injury. Dowds et al. (18) compared timely completion rates for assigned memory tasks under four randomly assigned memory conditions in adults with traumatic brain injury. Significantly higher completion

rates were found when using either of two different PDA devices, when compared with a combined baseline and paper memory aid condition. The PDAs in this study were commercially available, unmodified consumer devices without any specialized adaptive features. Another study examined the effectiveness of a customised PDA with Planning and Execution Assistant and Trainer (PEAT) software compared to a control group receiving paper-and-pencil aids (17). Both groups showed a significant increase in individualised goal attainment, with no significant difference between the groups. Customised PDA was concluded to be a useful alternative when choosing the optimal rehabilitation strategy. McDonald et al. (19) studied a group of people with acquired brain injury, who used either a diary or the Google Calendar to support their prospective memory for five weeks and then changed for the other supportive method for another five-week period. They found that web-based Google Calendar with text message reminders in mobile phone was more effective than a standard diary in enhancing prospective memory performance.

The aim of our study is to examine a mobile application as one element in the ICF's Environmental Factors, and its effects on the activity and participation as well as the quality of life of persons with problems in memory and executive functions. The goal is to evaluate the effects comprehensively and not only to focus on remembering to perform a specific action. The study is a part of a clinical developmental project, where the goal is to find useful rehabilitation tools for the habitants of a sheltered accommodation unit.

The hypotheses are:

1. Participants' activity and participation will improve in domains which they themselves have indicated as important life areas.
2. Participants' level of independence will increase in everyday life tasks.

3. Participants' self-reported quality of life and mood will improve.

## METHODS

### Participants

A total of 14 persons with acquired brain injury used smartphone with a reminder application for 10-12 months. This was a convenience sample from persons living in Validia Living Services or having a rehabilitation contact to Validia Rehabilitation Services. Inclusion criteria for the participants were 1) clearly detectable deficit in memory

or executive function related to a neurological condition, 2) sufficient motor skills for smart phone use. In addition, participant's own motivation to take part into the intervention was regarded crucial and it was assessed by interviewing the participants and the care home staff. Exclusion criteria were 1) severe sensory deficit, 2) severe aphasia, 3) severe apraxia, 4) acute problematic alcohol or substance use. Twenty-three participants were recruited, of whom 14 participants continued in the project until the last outcome measures. Five participants dropped out, because they were dissatisfied with the telephone or the reminder application. Four participants dropped out

**Table 1.** Characteristics of the participants (N=14)

Variable	Statistics
<b>Age mean (range) years</b>	42.3 (23-69)
<b>Diagnosis (N)</b>	
Traumatic brain injury	6
Epilepsy	4
Alzheimer's disease	1
Stroke	2
Anoxic encephalopathy	1
<b>Living arrangements</b>	
Home (independently or assisted by relatives or personal assistant)	7
Sheltered accommodation	7
<b>Education</b>	
Elementary school (9 years)	3
Vocational school (12 years)	4
High school (12 years)	6
More than high school (more than 12 years)	1
<b>Employment status</b>	
Retired	14
<b>Life-time working history</b>	
Several years in regular employment	9
Irregular supported working periods	2
No working experience	3
<b>Current computer use</b>	
Regular	10
No active computer use	2
Unknown	2
<b>Current mobile phone use</b>	
Basic communication functions only (calls, text messages)	8
Basic communication and other functions (calendar, reminders, games, internet)	4
Unknown	2

for personal reasons unrelated to the project. Descriptive characteristics of the participants are presented in table 1.

The deficits in memory and executive functions were verified by a neuropsychological assessment before the participants were accepted to the intervention. The methods included: Trail making test (31), Stroop (7), Rey auditory verbal learning test (RAVLT) (31), semantic and phonologic fluency (7), Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD) (32) and parts of the Wechsler Adult Intelligence Scale III (WAIS-III) test battery: similarities, digit span, symbol search and digit symbol-coding (31). The Patient Competency Rating Scale (PCRS) (33) was used to evaluate participants' self-awareness and their subjective view of functioning. The subject's responses were compared to those of a significant other who rated the subject on the identical items. All subjects had deficits in at least two of the cognitive tests. Variability in participant's cognitive performance was large, ranging from moderate deficits in two of the tests to strong deficits in most of the tests.

## Outcome measures

### COPM

Canadian Occupational Performance Measure (COPM) (34) was used to find out the life areas which the participants themselves indicated as important domains in their lives. COPM is a half-structured interview method which assess participant's occupational performance in everyday life tasks and their satisfaction with that performance. During the COPM interview, each participant self-identifies occupational tasks in his or her everyday life where he or she hopes some improvement. Maximum of five most important tasks are picked up and then assigned a number from 1-10 to each task, rating how well he or she performs that task (1 = not at all, 10 = independently) and how satisfied he or she is

with that level of performance (1 = very unsatisfied, 10 = completely satisfied). COPM is linked to ICF categories in the area of activities and participation (35). The more accurate linking to specific categories depends on the tasks, which the person chooses to be the most important targets of improvement.

### ASTA

ASTA is a 99 item measure of everyday performance in daily living activities based on the ICF (36). It was used to describe the participant's independent performance in everyday tasks. The items are divided to four scales: taking care of meals and eating, taking care of oneself, housework, and activities and participation outside home. Responses are given on a 9-point scale: (a) independent, (b) satisfyingly independent, (c) needs a little verbal assistance, (d) needs a little physical assistance, (e) needs a lot verbal assistance, (f) needs a lot physical assistance, (g) needs a little both verbal and physical assistance, (h) completely dependent on help of others, (i) cannot be assessed. ASTA is linked to ICF chapters d5 Self-care, d6 Domestic life, and d9 Community, social and civic life (36).

### QOLIBRI

The participants' self-reported quality of life was assessed with QOLIBRI (Quality Of Life after Brain Injury) questionnaire. It was chosen to this study because, in contrast to more general quality of life instruments, it includes the cognitive component. The QOLIBRI consists of 37 items in six scales: cognition, self, daily life and autonomy, social relationships, emotions, and physical problems. The first four scales contain "satisfaction" items, and the last two scales contain "bothered" items; responses are made on a 5-point scale from "not at all" to "very". (30, 37, 38). QOLIBRI is linked to ICF chapters: b1 Body functions, b2 Sensory functions and pain, b7 Neuromusculoskeletal and movement-related functions,



d1 Learning and applying knowledge, d3 Communication, d4 Mobility, d7 Interpersonal interactions and relationships, d8 Major life areas, d9 Community, social and civic life, and e4 Attitudes (39).

### *R-BDI*

Revised Beck's Depression Inventory (R-BDI) was used to assess changes in participant's mood during the intervention. R-BDI is a 14 item self-report measure of depression that assesses various cognitive, behavioural and physiological symptoms associated with depression. On the measure, the participant is asked to choose a sentence from a group of choices that best reflects his or her experience over the past two weeks. Different versions of BDI are well examined in neurological patients (39). R-BDI is linked to ICF chapters: b1 Mental functions, b5 Functions of the digestive, metabolic and endocrine systems, d1 Learning and applying knowledge, d7 Interpersonal interactions and relationships, and d8 Major life areas (40).

### **Intervention procedure**

The intervention was accomplished using a mobile application based on the Android operating system (the Vivago Reminder). The application was in developing phase and tested in this project. Reminders were set into the application via computer, and the reminder time table could be seen on the computer screen. The upcoming reminders were marked with blue colour and they turned green when the user had acknowledged them. If the reminders were not acknowledged, they turned red. A caretaker, therapist or in this case project staff could follow if the reminders were acknowledged and contact the user if needed. The staff members in this project were rehabilitation professionals (two physiotherapists and one occupational therapist), who had experience in working with persons with deficits in memory or executive functions. When a reminder turned on, the alarm in

the user's smart phone started ringing and a visual symbol appeared on the smart phone screen with the reminder text. When the reminder was noticed, it could be acknowledged by touching a sign on the screen. If the reminder was not acknowledged, it could be repeated a chosen amount of times in chosen intervals. It was possible to set different alarm tones and different visual symbols for different kind of reminders, so that also the alarm tone could function as a clue to the content of the reminder. There were eight different basic types of reminders available: (1) alert; (2) attention; (3) food; (4) medication; (5) notice; (6) taxi; (7) wake up; and (8) walking. Each reminder type had its own specific visual symbol, and it was possible to choose a specific text and alarm tone for each reminder.

The reminder application was installed in Samsung X-Cover smart phones that the participants got in their use during the intervention. Participants used the smartphone with the reminder application for 10-12 months. Every participant had a personal contact person in the staff, who taught him or her how to use the Samsung X-Cover smart phone and how to acknowledge the reminders by touching the screen. The reminders were discussed and set together with the participant and he or she could choose, what kind of reminders were taken in use. Some had only reminders to take their medication at a specific moment; some wanted also activating reminders like "figure out some nice activity for next week". If the participant couldn't figure out the things he or she would like to be reminded about, family and care takers could also take part in setting of the reminders. The goal was that each participant would have several reminders weekly. Participants could contact the project staff every working day during the whole project if they wanted to modify the reminders or had any problems related to the project.

In addition to the smart phone, the participants used a wellbeing watch (Vivago Wellbeing watch) during the intervention. The watch collected information about their body movements and body temperature, in order to get objective information of changes in the participants' activity level. The watch had also a safety alarm button, which could be activated to send messages to relatives, according to the participant's wishes. The alarm could also be sent automatically if the body temperature lowered or there was no movement for a longer period. However, there were so many missing periods in the data collected from the wellbeing watch, that it was not possible to compare quantitatively the activity levels before and during the intervention. Therefore, the data of the wellbeing watch is not analysed in this study.

### Data collection

The assessments were made at three time-points: at baseline, after 6 months of intervention (1<sup>st</sup> outcome), and after 10-12 months = at the end of the intervention (2<sup>nd</sup> outcome). The measures used at each point are presented in table 2.

**Table 2.** Baseline and outcome measures

Measure	Baseline	1st outcome (6 months)	2nd outcome (10-12 months)
COPM	X	X	X
ASTA	X	X	X
QOLIBRI	X	X	X
R-BDI	X	X	X

### Data analysis

Results were analysed in IBM SPSS statistics version 21. Friedman's test was used to find significant changes in the results of COPM, QOLIBRI, R-BDI and ASTA. For significant findings comparisons were made between baseline, 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> outcome measures. Missing values were replaced with the mean value of the variable.

## RESULTS

### Reminders

The participants had the smart phone with the reminder application in use on average for 383.5 days (sd 105.90, range 112-505). They received on average 1.13 reminders a day (sd 0.89, range between participants 0.05-3.34). The most often used reminder was the "medication" reminder (46 % of all reminders), followed by reminders "attention" (27 %), "food" (10 %), "walking" (7 %), "alert" (4 %), "wake up" (4 %) and "taxi" (3 %).

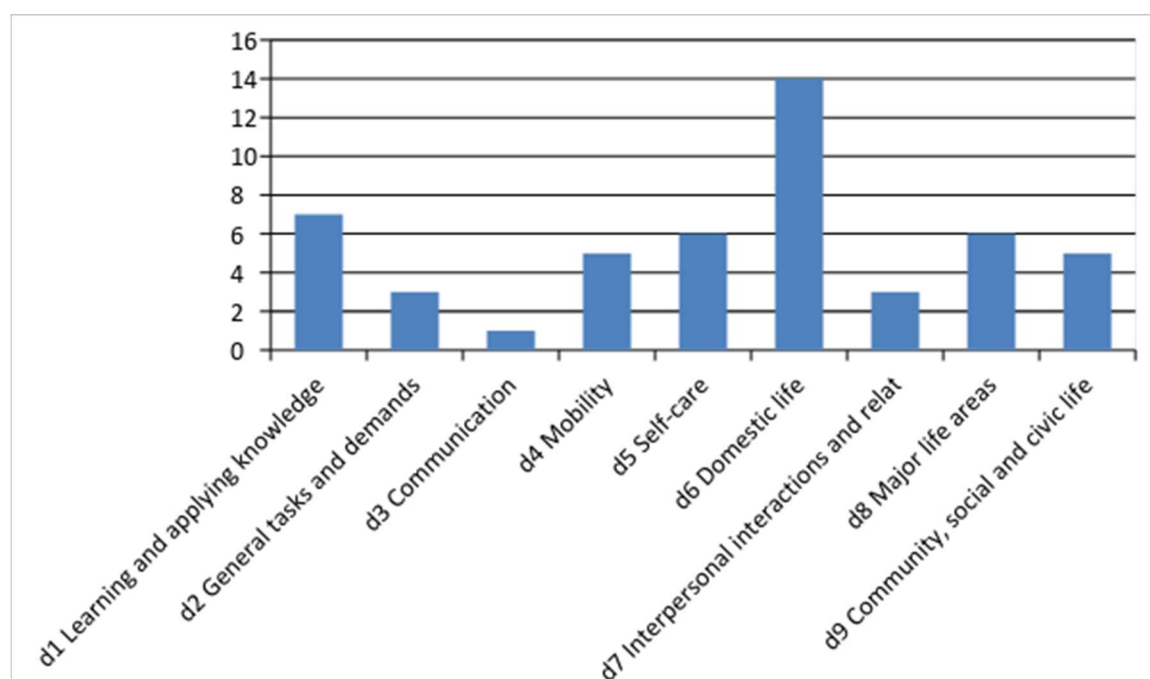
### Personal goals named in COPM

Participant's occupational performance in self-selected everyday life tasks and their satisfaction with that performance was assessed with COPM interview. The COPM was used to determine the participants' own goals for the intervention. These goals were then linked to the domains of life classified in the ICF component Activities and participation (d). Linking was carried out by two of the authors, SD and SK. Both linked the answers to the ICF codes first independently using the linking rules by Cieza et al (41,42). If the linking of the same action was different between the two lists, it was discussed together to find the code that suited best. The participant's answers and the corresponding ICF-codes are summarized in table 3.

All the domains of Activities and participation were named in the participants' own goals (Figure 1). The most common goals were related to domestic life (doing house work and caring for household objects) followed by learning and applying knowledge (remembering and finding things, taking care of official affairs). Self-care and major life areas (finances, handling bills) were also frequently mentioned while only one goal was related to communication (writing e-mail).

**Table 3.** Participant's goals named in COPM interview linked to the ICF categories

Participant's goals in their own words	Nr of items	ICF code
		<b>d1 Learning and applying knowledge</b>
Understanding entities	1	d163 Thinking
Filling official papers	1	d170 Writing
Remembering things, finding things, taking care of the official issues.	5	d179 Applying knowledge, other specified and unspecified
		<b>d2 General tasks and demands</b>
Going out	1	d210 Undertaking single task
Scheduling	1	d230 Carrying out daily routine
Tolerating the dog's barking	1	d240 Handling stress and other psychological demands
		<b>d3 Communication</b>
Writing e-mail	1	d360 Using communication devices and techniques
		<b>d4 Mobility</b>
Functioning of the hands	1	d440 Fine hand use
Moving outside, crossing road, finding places	4	d460 Moving around in different locations
		<b>d5 Self-care</b>
Oiling the psoriasis	1	d520 Caring for body parts
Getting trousers on correctly	1	d540 Dressing
Eating	1	d550 Eating
Remembering meal times, sufficing of the mental and physical resources, sleeping difficulties	3	d570 Looking after one's health
		<b>d6 Domestic life</b>
Getting to the shop	1	d620 Acquisition of goods and services
Cooking	1	d630 Preparing meals
Cleaning up, laundering regularly, washing dishes, taking carpets out, washing windows, using the washing machine, getting started with house hold actions	8	d640 Doing housework
Taking care of the dog, walking the dog, repairing cars, taking care of buildings	4	d650 Caring for household objects
		<b>d7 Interpersonal interactions and relationships</b>
Personal chemistry	1	d720 Complex interpersonal interactions
Creating social network, secluding oneself	2	d750 Informal social relationships
		<b>D8 Major life areas</b>
Utilising metal work skills in this environment, voluntary work	2	D855 Non-remunerative employment
Taking care of finances, handling bills, controlling finances	4	D860 Basic economic transactions
		<b>D9 Community, social and civic life</b>
Exercising, starting suitable hobbies, dancing, playing piano	5	D920 Recreation and leisure



**Figure 1.** Participants' goals in different domains of life

In the outcome measures (Table 4), the most significant changes after the intervention were found in the COPM, where the participants' ratings increased both in their self-assessed performance in their self-selected everyday life tasks, as well as in their subjective satisfaction with their performance. Self-assessed independent performance in everyday tasks measured by ASTA increased significantly between the 1<sup>st</sup> and the 2<sup>nd</sup> (final) outcome measure. In contrast between the baseline measure and either of the outcome measures no significant change was detected.

In self-assessed quality of life measured by QOLIBRI no significant change was detected between baseline and outcome measures. Neither was there significant change in the subscales measuring satisfaction to cognition, self, daily life and autonomy, social relations or emotions. In depression measured by R-BDI, no significant change was detected between the baseline and the outcome measures.

## DISCUSSION

Our first hypothesis was that participants' functioning in the domains of activities and participation would improve in life areas which they themselves had indicated important. This hypothesis was supported by the improvement in subjective performance and satisfaction ratings in the COPM interview. COPM was used as a tool to assess subjective view of activities and participation. When considering participation in the ICF context, the subjective view is essential in assessing the success of the intervention (13, 43). A person can only participate in a limited number of situations and personal preferences are significant in choosing these situations. The participants in this study were all retired and half of them lived in a sheltered accommodation, which probably affected their choice of the tasks mentioned in the COPM interview. Most of the tasks they chose for their goals belonged to the category of domestic life. Also, the categories of learning and applying

**Table 4.** Results of the outcome measures

Method	N	Baseline	1st outcome measure	2nd outcome measure	Fr	Df	Sig
<b>COPM</b>							
Self-assessed performance in self-selected areas of life/ mean (sd)	12	4.17 (2.14)	5.73 (1.84)	5.93 (1.91)	7.19	2	.027*
Satisfaction with performance/ mean (sd)	12	4.47 (2.04)	5.59 (2.12)	6.41 (1.80)	7.48	2	.024*
<b>ASTA</b>							
Self-assessed independent performance/ mean (sd) (% of assessed functions)	10	60 %	60 %	68 %	8.36		.015*
<b>QOLIBRI</b>							
total/mean (sd)	14	3.42 (0.95)	3.57 (0.70)	3.64 (0.74)	0.57	2	.751
<b>R-BDI</b>							
mean (sd)	13	31.15(12.55)	26.31 (8.09)	26.78 (8.44)	3.36	2	.186

\*Statistically significant result on the significance level .05

knowledge, self-care, and major life areas were represented several times. Tasks in the working life or hobbies outside home were not even available for some of the participants. With more independent participants the subjective participation goals would probably be different as well as the situations where they would choose to use the reminders.

Our second hypothesis was that the participants' level of independence would increase in everyday life tasks. This hypothesis was supported in some degree, as the level of independent performance measured by the ASTA-questionnaire increased especially between the first and the second outcome measure. Probably participants needed time to learn to use the new smart phone and the reminders fluently. It is possible, that the learning process, which took place between the baseline measure and the first outcome measure, could have even increased the need of help. Benefits from the reminders in everyday life may have appeared only after this leaning period. Compared to COPM- interview, ASTA provided a more objective view of activity

and participation, as the assessed life areas and activities were defined in the questionnaire. The objectivity was though limited, because we did not get enough answers from relatives or caretakers to the questionnaire in the outcome measures to make any analysis of them. Most of the information was self-assessed by the participants, which provides still a very subjective view of the functioning. These more objective assessments of persons functioning in everyday activities would be important in assessing interventions, where the goal is to reduce the person's need of help and make financial savings in care services.

Our third hypothesis was that the participants' self-reported quality of life and mood would improve during the one-year use of the assistive device. There was no convincing support for this hypothesis. Mood and quality of life are probably so wide and multidimensional domains that it is relatively challenging to affect them significantly by changing only one environmental factor. Effects on quality of life might be larger if the assistive device would be part of a more comprehensive rehabilitation setting. The executive problems might make it difficult

to find ways to use the device so creatively that it would help in improving quality of life. A psychologist or occupational therapist, who knows the participant well, could help in this. Some of our subjects used the reminders to remember to plan some nice activities for the next week. This kind of activating and creative reminders could possibly help to improve quality of life in the longer time span. Some people with brain injury need help to find more versatile ways to use the reminders. Many of our subjects used them spontaneously only to remember to take their medication.

One significant limitation in this study was the lack of control group, which makes it difficult to evaluate, what part of the improvement was related to the assistive device, and how much did other aspects of the intervention affect. The study was a part of a clinical developing project, which restricted the possibilities of recruiting more participants. Another limitation was the high rate of participants who chose to drop out from the project. Some dropped out because of the personal reasons not related to the project, but some found the use of the smartphone so demanding, they did not want to continue it. This reminds us that technical devices that are used to help persons with cognitive problems, should be easy to use, and not be a remarkable cognitive challenge themselves. There are still also people, who do not feel familiar with smartphones or similar technical devices and might prefer more traditional assistive tools, like paper-and-pencil-aids. The lack of follow-up after stopping the use of the reminders was a limitation as well. Also, the heterogeneity of the participant group was a challenge. We wanted to study people with different neurological conditions, but the variability of their cognitive deficits made it challenge to design the intervention to serve them all and to examine the changes in the group level. Our purpose was to get objective information of the changes in participant's activity level from the wellbeing watch, but there were so

many long missing periods in the activity data, that it was not possible to make any statistical analysis of the results.

As a conclusion, this study shows that assistive technology with reminders may work as a facilitating environmental factor for people with problems of memory or executive functions in achieving their participation goals. This study also establishes the view that in planning any rehabilitative interventions, it is important to emphasize the subjective goals of the person for whom the intervention is designed. Individual's current goals, past experiences with the use of technologies and other supports should be considered when choosing the assistive device and taking it into use. Integrating the use of assistive technology in a more comprehensive rehabilitation setting could be useful in selecting the appropriate device for each user. Technical applications might be frustrating to use for some people with acquired brain injury, and in these cases some other tool should be considered. Assistive technology is developing constantly and many problems that came up in this study may possibly be solved in the future applications. ICF offers a structured framework to examine the usefulness of the assistive tools as environmental factors.

[Sara Daavittila](#)  
*Helsingin yliopisto*

[Sini-Tuuli Siponkoski](#)  
*Helsingin yliopisto*

[Mia Tuomainen](#)  
*Validia*

[Sanna Koskinen](#)  
*Helsingin yliopisto*

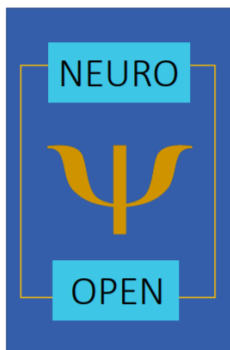
## REFERENCES

1. Hommel, M. (2009). Cognitive determinants of social functioning after a first ever mild to moderate stroke at vocational age. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 80(8), 876.

2. Kauhanen, M. -L., Korpelainen, J. T., Hiltunen, P., Brusin, E., Mononen, H., Määttä, R., Nieminen, P., Sotaniemi, K. A., Myllylä, V. V. (1999). Poststroke depression correlates with cognitive impairment and neurological deficits. *Stroke*, 30(9), 1875-1880.
3. Rapoport, M. J. (2005). Cognitive impairment associated with major depression following mild and moderate traumatic brain injury. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 17(1), 61.
4. Mitchell, A. J., Kemp, S., Benito-León, J., & Reuber, M. (2010). The influence of cognitive impairment on health-related quality of life in neurological disease. *Acta Neuropsychiatrica*, 22(1), 2.
5. Chan, R. C. K., Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E. Y. H. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23(2), 201.
6. Kim, H. J. (2009). Impairments in prospective and retrospective memory following stroke. *Neurocase*, 15(2), 145.
7. Mathias, J. L. (2005). Prospective and declarative memory problems following moderate and severe traumatic brain injury. *Brain Injury*, 19(4), 271-282.
8. Spindola, L. (2011). Prospective memory in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Dementia & Neuropsychologia*, 5(2), 64.
9. Ellis, J. (2000). Prospective memory in 2000: Past, present, and future directions. *Applied Cognitive Psychology*, 14(7), S1.
10. Fish, J., Wilson, B. A., Manly, T. (2010). The assessment and rehabilitation of prospective memory problems in people with neurological disorders: A review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 20 (2), 161-179.
11. Cicerone, K. D., Langenbahn, D. M., Braden, C., Malec, J. F., Kalmar, K., Fraas, M., Felicetti, T., Laatsch, L., Harley, J. P., Bergquist, T., Azulay, J., Cantor, J., Ashman, T. (2011). Evidence-Based Cognitive Rehabilitation: Updated Review of the Literature From 2003 Through 2008. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(4), 519-530.
12. World Health Organization. (2001). *International classification of functioning, disability and health*. Geneva, Switzerland.
13. Whiteneck, G., & Dijkers, M. P. (2009). Difficult to measure constructs: Conceptual and methodological issues concerning participation and environmental factors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(11), S22-S35.
14. Gillespie, A., Best, C., O'Neill, B. (2012). Cognitive function and assistive technology for cognition: A systematic review. *Journal of the International Neuropsychological Society*. 18(1), 1-19.
15. Scherer, M. J., Glueckauf, R. (2005). Assessing the Benefits of Assistive Technologies for Activities and Participation. *Rehabilitation Psychology*, 50(2), 132-141.
16. de Joode, E., van Heugten, C., Verhey, F., & van Boxtel, M. (2010). Efficacy and usability of assistive technology for patients with cognitive deficits: A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 24(8), 701-714.
17. de Joode, E., van Heugten, C., Verhey, F., & van Boxtel, M. (2013). Effectiveness of an electronic cognitive aid in patients with acquired brain injury: A multicentre randomised parallel-group study. *Neuropsychological Rehabilitation*, 23(1), 133-156.
18. Dowds, M. M., Lee, P. H., Sheer, J. B., O'Neil-Pirozzi, T. M., Xenopoulos-Oddsson, A., Goldstein, R., ... Glenn, M. B. (2011). Electronic reminding technology following traumatic brain injury: Effects on timely task completion. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 26(5), 339.
19. McDonald, A., Haslam, C., Yates, P., Gurr, B., Leeder, G., & Sayers, A. (2011). Google Calendar: A new memory aid to compensate for prospective memory deficits following acquired brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation*, 21(6), 784-807
20. Wilson, B. A., Scott, H., Evans, J., & Emslie, H. (2002). Preliminary report of a NeuroPage service within a health care system. *NeuroRehabilitation*, 18(1), 3.
21. Wilson, B. A., Evans, J. J., Emslie, H., & Malinek, V. (1997). Evaluation of NeuroPage: A new memory aid. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 63(1), 113.
22. Charters, E., Gillett, L. & Simpson, G. K. (2014). Efficacy of electronic portable assistive devices for people with acquired brain injury: A systematic review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 25(1), 82-121.
23. Jamieson, M., Cullen, B., McGee-Lennon, M., Brewster, S. & Evans, J.J. (2013). The efficacy of cognitive prosthetic technology for people with memory impairments: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychological Rehabilitation*, 24(3-4), 419-444.
24. Jamieson, M., Cullen, B., McGee-Lennon, M., Brewster, S. & Evans, J. (2017). Technological memory aid use by people with acquired brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation*, 27(6), 919-936.
25. Evald, L. (2015). Prospective memory rehabilitation using smartphones in patients with TBI: What do participants report? *Neuropsychological Rehabilitation*, 25(2), 283-297.
26. Wade, T. K. & Troy, J. C. (2001). Mobile phones as new memory aid: a preliminary investigation using case studies. *Brain Injury*, 15(4), 305-320.
27. Wilson, B. A. (1999). George: Learning to live independently with NeuroPage®. *Rehabilitation Psychology*, 44(3), 284.
28. Wilson, B. A. (2001). Reducing everyday memory and planning problems by means of a paging system: A randomised control crossover study. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*, 70(4), 477-482.
29. Martin-Saez, M., Deakins, J., Winson, R., Watson, P., & Wilson, B. A. (2011). A 10-year follow up of a paging service for people with memory

- and planning problems within a healthcare system: How do recent users differ from the original users? *Neuropsychological Rehabilitation*, 21(6), 769.
30. Cahn-Weiner, D., Boyle, P. A., & Malloy, P. F. (2002). Tests of executive function predict instrumental activities of daily living in community-dwelling older individuals. *Applied Neuropsychology*, 9(3), 187.
  31. Wilde, E. A., Whiteneck, G., Bogner, J., Bushnik, T., Cifu, D. X., Dikmen, S., ... von Steinbuechel, N. (2010). Recommendations for the use of common outcome measures in traumatic brain injury research. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(11), 1650-1660.
  32. Karrasch, M., Sinervä, E., Grönholm, P., Rinne, J., & Laine, M. (2005). CERAD test performances in amnesic mild cognitive impairment and alzheimer's disease. *Acta Neurologica Scandinavica*, 111(3), 172.
  33. Prigatano, G. P., Fordyce, D. J., Zeiner, H. K., Rauche, J. R., Pepping, M., & Wood, B. C. (1986). *Neuropsychological rehabilitation after brain injury*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London.
  34. Chen, Y., Rodger, S., & Palatajko, H. (2002). Experiences with the COPM and client-centered practice in adult neurorehabilitation in Taiwan. *Occupational Therapy International*, 9 (3), 167-184.
  35. TOIMIA database (2011). <https://www.terveysportti.fi/dtk/tmi/koti>
  36. Asumispalvelusäätiö ASPA (2010). *ASTA - asumisen toimintojen arviointi. Käyttäjän käsikirja/manual*. User manual of the ASTA questionnaire 1/2010. Online document. [http://www.aspa-saatio.fi/sites/default/files/ASTA-\\_kayttajan\\_kasikirja\\_1.10.pdf](http://www.aspa-saatio.fi/sites/default/files/ASTA-_kayttajan_kasikirja_1.10.pdf)
  37. Siponkoski, S., Wilson, L., von Steinbüchel, N, Sarajuuri, J. & Koskinen, S. (2013). Quality of life after traumatic brain injury: Finnish experience of the qolibri in residential rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 45(8), 835.
  38. Von Steinbüchel, N., Wilson, L., Gibbons, H., Hawthorne, G., Höfer, S., Schmidt, S., ... Truelle, J. -. (2010). Quality of life after brain injury (QOLIBRI): Scale validity and correlates of quality of life. *Journal of Neurotrauma*, 27(7), 1157.
  39. Koskinen, S., Hokkinen, E.-M., Wilson, L., Sarajuuri, J., von Steinbüchel, N., & Truelle, J.-L. (2011). Comparison of subjective and objective assessments of outcome after traumatic brain injury using the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). *Disability and Rehabilitation*, 33(25-26), 2464-2478.
  40. Siegert, R. J., Tennant, A., & Turner-Stokes, L. (2010). Rasch analysis of the beck depression inventory-II in a neurological rehabilitation sample. *Disability and Rehabilitation*, 32(1), 8.
  41. Cieza A., Brockow T., Ewert, T., Amman E., Kollerits, B., Chatterji S., et al. (2002). Linking health-status measurements to the international classification of functioning disability and health. *Journal of Rehabilitation Medicine* 34, 205-210
  42. Cieza, A., Geyh, S., Chatterji, S., Kostanjsek, N., Üstün, B., Stucki, G. (2005). ICF linking rules: an update based on lesson learned. *Journal of Rehabilitation Medicine* 37, 212-218
  43. Brown, M., Dijkers, M. P., Gordon, W. A., Ashman, T., Charatz, H., & Cheng, Z. (2004). Participation objective, participation subjective: A measure of participation combining outsider and insider perspectives. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 19(6), 459.





# NEUROPSY OPEN

Neuropsykologian erikoistumiskoulutuksen julkaisuja  
Publications by the Specialisation Programme in Neuropsychology

Helsingin yliopisto, University of Helsinki, 1/2021

---

## Katsaus aivovauriopotilaiden työmuistikuntoutuksen teoreettiseen taustaan ja vaikuttavuustutkimuksiin

**Marika Kumpuniemi**

### TIIVISTELMÄ

Työmuistin tallennuskapasiteetin ja työstämistoiminnan heikentyminen ovat tavallisia jälkioireita aivoja vaurioittavien sairauksien ja vammojen kuten aivoverenkiertohäiriöiden ja aivovammojen yhteydessä. Aivovauriopotilaiden työmuistifunktioiden tehokkaan kuntouttamisen keinojen ja menetelmien selvittäminen neuropsykologian alan tutkimustyön kautta on tärkeää, koska näiden potilaiden edellytykset selviytyä itsenäisesti jokapäiväisessä elämässä, työssä ja sosiaalisissa suhteissa voivat olla osin työmuistivaikeuksien vuoksi heikentyneet. Aivovauriopotilaiden työmuistiongelmien voi johtaa myös arkielämän hajanaisuuteen ja siitä seuraaviin haastaviin psykososiaalisiin jälkioireisiin sekä yhteiskunnan tasolla aiheuttaa Suomessa vuosittain paljon kustannuksia erilaisten tuki- ja hoitopalveluiden kautta. Työmuistikuntoutuksen tehokkuuden todentaminen on osoittautunut viime vuosikymmeninä tieteellisissä tutkimuksissa haasteelliseksi, mutta viimeisimpiin tutkimuksiin nojaten erityisesti aivovauriopotilaiden työmuistikuntoutus on osoittanut positiivisia merkkejä.

Lyhyt alle kahdenkymmenen kerran harjoittelujakso työmuistin päivittämiseen kohdentuen ei tutkimusten mukaan johda selvästi kognitiivisiin lähisiirtovaikutuksiin aivovauriopotilailla, mutta tulokset tätä pidempien kuntoutusjaksojen vaikuttavuudesta ovat lupaavia sekä lähieettä kaukosiirtovaikutuksia ajatellen erityisesti aivovauriopotilailla.

Aivovauriopotilaiden työmuistitutkimuksissa etenkin työmuistitestien ja harjoitustehtävien vaatimuksia on hyvä sopeuttaa potilaiden työmuistisuoriutumisen tasoon ja prosessointinopeuteen sekä yhdenmukaistaa esitys- ja vastaamisnopeuksien osalta. Potilaiden jaksamisen haasteet ja kognitiivisen kuormittuvuuden mahdollisuus on tärkeää huomioida sekä tutkimusten aikatauluja suunniteltaessa että potilaiden suoritusten aikana. Tarkemman työmuistikuntoutuksen vaikuttavuuden esiin saamiseksi potilaskontrolliryhmät on hyvä osallistaa myös strukturoituun kuntoutukseen, joka sisältää muita kuin työmuistitehtäviä.

Tulevaisuudessa on tärkeää kehittää aivovauriopotilaiden työmuistitutkimusten asetelmia siten, että saadaan tarkemmin vastauksia kysymyksiin, voidaanko työmuistikuntoutuksella kohentaa aivovauriopotilaiden työmuistisuoriutumista ja saada aikaan siirtovaikutuksia muuhun kognitiiviseen suoriutumiseen, arjen tasolle ja potilaiden psyykkiseen hyvinvointiin. Lisäksi jatkossa olisi mielenkiintoista selvittää saavutetaanko esimerkiksi visuo-spatiaalisella työmuistimateriaalilla erilaisia kuntoutumistuloksia kuin kielellisellä.

### Avainsanat:

Työmuisti, kuntoutus, aivovaurio, aivoverenkiertohäiriö, aivovamma, siirtovaikutus

## JOHDANTO

Työmuisti on keskeinen toiminto muistijärjestelmässämme (Kolb & Whishaw, 2009). Se on kuin pieni mielensisäinen lehtiötäulu, johon voidaan hetkellisesti laittaa ylös tarvittavia tietoja esimerkiksi tietyn tehtävän ratkaisun löytämiseksi tai asiakokonaisuuden ymmärtämiseksi. Kun tietojen käsittely on saavuttanut päätöksen ja lopputulos on valmis pysyvämpää tallennusta varten tai tiedot voidaan unohtaa, revittää taulussa esillä oleva lehtiö pois, jolloin alta paljastuu uuteen vastaavaan prosessiin valmis alusta. Työmuistin avulla voidaan näin ollen pitää lyhytkestoisesti mielessä ja samanaikaisessa työstössä pieni määrä sisältöä, kuten kuvia, numeroita tai sanoja (Baddeley, 1986; Baddeley & Hitch, 1974; Bialkova & Oberauer, 2010; Daneman & Carpenter, 1980; Salthouse, 1990).

Työmuistia tarvitaan monien arkielämän kannalta tärkeiden toimintojen yhteydessä. Se on mukana yksinkertaisista muistiopeeraatioista kuten puhelinnumeron talteen näppäilemisestä vaativampiin valinta- ja päätöstilanteisiin tai laskutoimituksiin, joissa pitää huomioida ja hallita useita asioita samanaikaisesti. Me tarvitsemme tutkimusten mukaan työmuistia mm. keskittymiseen ja impulssien kontrollointiin (Shipstead, Hicks, & Engle, 2012), ajattelu-prosessien tukemiseen (Baddeley, 2003), kielen ymmärtämiseen (Daneman & Merikle, 1996) ja sen prosessoimiseen (Baddeley, 2003) sekä ongelmien ratkaisemiseen (Shah & Miyake, 1999; Shipstead, Hicks, & Engle, 2012). Näin ollen voidaankin todeta, että esimerkiksi sujuva ja turvallinen autolla ajaminen edellyttää monia työmuistiin kytköksissä olevia toimintoja, sillä nopeasti vaihtuvat liikennetilanteet tai perinteisin keinoin tapahtuva reitin muistaminen ja suunnitteleminen vaativat työmuistin käyttöä. Käytännön elämässä työmuisti toimii myös keskustelussa, jossa toista ihmistä kuunnellaan aktiivisesti ja pyritään muistamaan sekä toisen näkökulmat että

omat ajatuksiin kulkeutuvat mielipiteet, jotta keskustelu voi jatkua vastavuoroisena. Lisäksi esimerkiksi lukemisen yhteydessä on tärkeää ylläpitää monimutkaisen lauseen sanat mielessä työmuistin varaisen prosessoinnin ajan, jotta lauseen merkitys tulee ymmärretyksi.

Työmuistin tallennuskyky ja työmuistin varainen prosessointi voivat heikentyä aivo- vammoihin tai aivojen sairauksiin liittyvien aivovaurioiden seurauksena, mikä saattaa vaikuttaa merkittävästi ihmisen arjessa selviytymiseen ja sosiaaliseen kanssakäymiseen. Yksinkertaistenkin arjen toimintojen suorittamisesta voi työmuistihasteiden yhteydessä tulla hidastunutta, katkeilevaa ja hajanaista. Tällöin mielensisäiseen lehtiötäuluun ei joko tartu riittävästi materiaalia tai lehtiöteline ei pysy kasassa, jotta materiaalin asianmukainen työstäminen onnistuisi. Keskittyminen ja ajatusten koossa pitäminen loogisen toiminnan ohjaamiseksi voi olla aivovauriopotilaille haastavaa. Kuntoutusta koskevien ohjeiden ja aikataulujen noudattaminen, tulevan suunnitelmien laatiminen ja esimerkiksi omaa tilannetta koskevan tietotulvan suodattaminen vaatii usein ihmiseltä aivovaurion kohtaamisen jälkeen paljon enemmän ponnistelua kuin ennen sairastumista tai vammautumista. Osansa tämänkaltaisiin tiedonkäsittelyn vaikeuksiin voi tuoda juuri työmuistin toiminnan heikentyminen. Aivovauriopotilaat kertovat usein, että he tarvitsevat selkeää järjestystä, tuttuutta ja maltillisesti ärsykeitä ympäristöissään, joissa toimivat; tämän kuvastaessa potilaiden omia keinoja selviytyä mahdollisesti heikentyneen työmuistitoiminnan kanssa.

Aivovauriopotilaiden työmuistiongelmien selvittäminen neuropsykologisen tutkimuksen kautta ja mahdollisista tiedonkäsittelyn pulmista kertominen potilaalle vähintäänkin psykoedukaation keinoin on tärkeää näihin vaikeuksiin kytkeytyvien haasteiden lievittämiseksi. Tiedonkäsittelytoimintojen eli kognitiivisten funktioiden kuntouttaminen myös suoran harjoittamisen kautta on

usein tarkoituksenmukaista, mikäli harjoittaminen todennetusti tuottaa hyötyjä. Työmuistin kohdalla hyötynäkökulma ei ole aivan itsestään selvä, sillä työmuistikuntoutuksen tehokkuuden todentaminen on osoittautunut viime vuosikymmeninä tieteellisten tutkimusten kautta haasteelliseksi (kts. Klingberg, 2012; Melby-Lervåg & Hulme, 2013; Redick ym., 2013).

Ulkopuolisen intervention keinoin tiedonkäsitteilytoimintoja kuten muistia on totuttu aivotapahtumien jälkeen kuntouttamaan perinteisesti neuropsykologisen kuntoutuksen eli kognitiivisen toimintakyvyn edellytyksiä, psyykkistä vointia ja muutoksiin sopeutumista tukevan kuntoutuksen yhteydessä opettamalla uudenlaisia tapoja ja menetelmiä esimerkiksi mieleenpainamisen ja mielestä palauttamisen tehostamiseksi. Tällöin heikentyneeseen työmuistiprosessointiin tai työmuistikapasiteettiin ei mitä ilmeisimmin ole voitu saada merkittäviä parannuksia (Craik ym., 2007). Uudemman ajattelutavan mukaisen suoraan työmuistiin kohdentuvan harjoittamisenkaan vaikuttavuudesta itse työmuistiin, muuhun kognitiiviseen toimintaan tai tunne-elämään ei ole muodostunut tieteelliseen tutkimukseen pohjautuen viime vuosina selkeää yksimielisyyttä, sillä aihepiirin ympärillä on esiintynyt väittelyä hyötyjen puolesta ja niitä vastaan (Conway & Getz, 2010; Shipstead, Redick, & Engle, 2010, 2012). Viimeisimpiin tutkimuksiin nojaten valoa näyttäisi tunnelin päässä silti olevan työmuistikuntoutusta ja erityisesti aivovauriopotilaita ajatellen (Weicker, Villringer, & Thöne-Otto, 2015).

Aiemmissa työmuistitutkimuksissa on pyritty yleensä ensisijaisesti selvittämään voidaanko työmuistin harjoittamisen kautta vahvistaa tai kuntouttaa työmuistisuoriutumista itsessään (kts. Buschkuhl & Jaeggi, 2010; Klingberg, 2010; Morrison & Chein, 2011). Joissakin tutkimuksissa työmuistin harjoittamisen on todettu kohentavan työmuistisuoriutumista ja muutakin tiedonkäsitteilyn osatoimintaa (kts. Weicker ym.,

2015), mutta toisissa taas työmuistiharjoittelun hyötyjä on todettu vain lyhytkestoisesti, mutta ei yleistyen muuhun kognitiiviseen toimintaan (kts. Melby-Lervåg & Hulme, 2013). Näitä työmuistitutkimuksia on usein tehty hyvin erilaisin tutkimusasetelmin sekä terveillä tutkittavilla että jonkin verran myös potilasryhmillä. Eroja tutkimusten välillä löytyy niin itse harjoitustehtävistä kuin siitäkkin kuinka paljon harjoituskertoja kertyy ja miten pitkällä ajanjaksolla. Juuri tutkimusasetelmien eroavaisuudet saattavat olla syynä siihen miksi työmuistitutkimukset ovat tuottaneet hyvin erilaisia tuloksia ja miksi niiden vertaileminen ylipäätään on vaikeaa (Karch & Verhaeghen, 2014).

Aivovauriopotilaiden työmuistifunktioiden tehokkaan kuntouttamisen mahdollisuuksien ja keinojen selvittäminen on tärkeää ensinnäkin, koska heidän kykynsä selviytyä itsenäisesti jokapäiväisessä elämässä voi olla työmuistiongelmien vuoksi heikentynyt (Kennedy ym., 2008).

Toiseksi työmuistikuntoutuksen tutkimiseen on hyödyllistä panostaa, koska työmuistiharjoittamisesta voi olla potilaiden kohdalla hyötyä myös heidän muiden kognitiivisten suoritustensa ja psyykkisen vointinsa kannalta. Kolmanneksi työmuistikuntoutuksen mahdolliset hyödyt voivat laajeta potilaiden henkilökohtaiselta tasolta koskemaan myös yhteiskuntaa palveluiden käytön tarpeen vähenemisenä ja sujuvampana selviytymisenä yhteiskunnan eri sektoreilla, mikäli työmuistikuntoutus voi kohentaa itsenäistä selviytymistä ja jopa työkykyisyyttä. Tässä katsauksessa tarkastelen työmuistikäsitteen teoreettisia taustoja ja tämänhetkisiä tieteellisiä tutkimustuloksia työmuistikuntoutuksen vaikuttavuudesta aivovauriopotilailla ja erityisesti aivoverenkiertohäiriö- (AVH) ja aivovammapotilailla (AV).

## TYÖMUISTIN TEOREETTINEN VIITE- KEHYS

### Työmuistin kapasiteetti

Työmuistin kapasiteetilla tarkoitetaan lukumäärää yksiköille, kuten sanoille tai numeroille, joita enimmillään pystytään samanaiskaisesti pitämään ja prosessoimaan mielessä. Tämän kapasiteetin ajatellaan perinteisesti olevan noin 5-9 yksikköä (Miller, 1956) ja kesto on arvioitu noin 20 sekunniksi (Peterson & Peterson, 1959). Näitä yksiköitä on helpompi pitää mielessä, jos ne sijoitellaan uudelleen (Cowan, 2010; Miller, 1956) esimerkiksi linkittämällä yksiköt valmiiksi mielessä olevaan merkitykseen (esim. numerosarja 1951 kuvaa äidin syntymävuotta) tai jakamalla ne merkityksen mukaan omiin luokkiinsa (mm. kauppalistan maito- ja viljatuotteet, pesuaineet ja vihannekset omiin luokkiinsa). Joidenkin teorioiden mukaan työmuistin kapasiteetti saattaakin olla paljon pienempi kuin tuo edellä mainittu keskimäärin seitsemän yksikköä, jos tämänkaltainen muististrategioiden käyttö estetään (Cowan, 2001).

Työmuistin käsite tai työmuistia edellyttävien tehtävien määrittelemisen ei ole kirjallisuuden perusteella aivan selkeää, sillä esiin on tuotu myös väitteitä (Mojzisch, Krumm, & Schultze, 2014), joiden mukaan erot työmuistikapasiteetissa saattavat kuvata vain yksilöllisiä eroja lyhytkestoisen muistin kapasiteetissa. Joidenkin tieteellisten havaintojen mukaan työmuistitehtäviksi määritellyissä tehtävissä on päätelty esiintyvän sekä lyhytkestoisen että pitkäkestoisen muistin mekanismeja (Baddeley, 2000; Unsworth & Engle, 2007). Toisaalta työmuistin on todettu olevan läsnä jopa tehtävissä, joissa ei ole oletettu tarvittavan mielessä olevan tiedon työstämistä (Unsworth & Engle, 2007), mutta tämän tyyppiset tehtävät saattavat olla ennemminkin lyhytkestoisen muistin tehtäviä, eivät niinkään työmuistitehtäviä.

Työmuistin kapasiteetin on sanottu olevan ikäänkuin kolmen keskeisen tiedonkäsittelytoiminnon eli muistin, tarkkaavuuden ja havainnoinnin risteämiskohdassa (Baddeley, 1992). Tämän kapasiteetin on kuvattu olevan noin 50 prosenttisesti perinnöllinen (Ando, Ono, & Wright, 2001; Blokland ym., 2011; Wright ym., 2001) kuten myös työmuistisuoriutumisen tason (Kremen ym., 2007). Perinnöllisyysaspekti saattaa näkyä sinänsä saman osaamisen hallitsevilla ihmisillä erilaisina suorituksina tehtävissä, jotka edellyttävät hyvää työmuistikapasiteettia ja työmuistin sujuvaa toimintaa. Esimerkiksi koulumaailmassa päässälaskujen suorittaminen koetilanteissa vaatii sujuvaa työmuistisuoriutumista usein aikarajoitteisissa ja -paineisissa tilanteissa. Matematiikassa pääpiirteissään asiat osaava oppilas, jonka työmuisti ei ole kovin tehokas, voi selviytyä näistä tehtävistä heikommin kuin oppilas, jonka työmuistiprosessointi onnistuu sujuvammin ja laajemmalla kapasiteetilla. Ihmisten työmuistikapasiteetti ja työmuistisuoriutuminen muovautuvat kuitenkin mitä ilmeisimmin sekä perinnöllisten että ympäristötekijöiden johdosta erilaisiksi ja vaikuttavat monin tavoin tiedonkäsittelysuoriutumiseen. Työmuistin kuntoutettavuutta aivovauriopotilailla tutkittaessa on myös hyvä pitää mielessä, että jo lähtötasot ennen aivovauriota ovat mitä ilmeisimmin työmuistin osalta olleet henkilöillä erilaisia.

### Työmuistin yhteydet muihin kognitii- visiin toimintoihin

Työmuistin on todettu säilövän ja käsittelevän tietoja monimutkaisempia tehtäviä, kuten oppimista, päättelyä ja päätöksentekoa varten (Baddeley, 1986, 1992; Baddeley & Hitch, 1974) ja olevan merkityksellinen erityisesti uusien taitojen hankkimisessa (Pickering, 2006; Shute, 1991). Työmuistin yhteyttä oppimiseen selittää esimerkiksi se, että tiedot usein käsitellään ensin työmuistin varaisesti, minkä jälkeen ne voidaan tallentaa säilömuistiin (Cowan & Alloway,

2008). Esimerkkinä työmuistin oppimisyhteydestä kuvautuu alhaisen työmuistisuoriutumisen väitetty yhteys heikkoon akateemiseen edistymiseen (Alloway & Alloway, 2010; Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliot, 2009). Nicolic ja Singer (2007) ovat raportoineet, että mitä laajempi työmuistin kapasiteetti on tiettyjä ärsyksiä koskien, sitä nopeammin näihin ärsyksiin kytkentäiset materiaalit voidaan oppia. Edellä kuvattujen tutkimustietojen perusteella saattaa olla niin, että oppijat, kuten myös aivovauriopotilaat, joilla on heikompi työmuistikapasiteetti, joutuvat käyttämään oppimiseen enemmän aikaa ja kertaamista sekä tärkeiden toimintojen suorittamiseen erilaisia kompensoivia keinoja, mikä luonnollisesti kuluttaa enemmän voimavaroja. Tämä saattaa johtaa opiskelijoiden opintojen viivästymiseen tai keskeytymiseen ja potilailla taas jo arkielämän tason toimintojen hitaampaan suorittamiseen ja loppuun saattamisen vaikeuksiin.

Työmuistin kapasiteetin on tutkimuksissa osoitettu ennustavan akateemisen menestyksen ohella myös älyllistä suoriutumista (Kyllönen & Christal, 1990; Oberauer, Suß, Wilhelm, & Wittmann, 2008; Süß, Oberauer, Wittmann, Wilhelm, & Schulze, 2002) sekä olevan olennainen tunne-elämän säätelyssä (Schmeichel, Volokhov, & Demaree, 2008) ja arkielämän toiminnanohjauksessa (executive functioning) (Kane ym., 2007). Työmuistin roolia toiminnanohjauksessa kuvaa esimerkiksi Lundqvistin, Grundströmin, Samuelssonin ja Rönnerbergin (2010) luonnehdinta, jonka mukaan työmuisti aktivoi kokemukseen ja tietoihin perustuvia muistisisältöjä, integroi niitä käsillä oleviin tietoihin ja laittaa näiden pohjalta toiminnan liikkeelle; eli ohjaa käytettävissä olevien tietojen nojalla toimintaa eteenpäin.

## Työmuistimalli ja toiminnanohjaus

Työmuistin erilaisia malleja ja mekanismeja on käsitelty laajemmin esimerkiksi Shah'n ja Miyake'n (1999) artikkelissa, mutta yh-

tenä pioneirimallina voidaan kuvata Baddeley'n ja Hitch'n (1974) sekä myöhemmin myös Baddeleyn (1986) laajasti esittelemä kolmijakoinen työmuistimalli. Tämä malli sisältää visuo-spatiaalisen varaston (visuo-spatial sketchpad), fonologisen kehän (phonological loop) ja keskusyksikön (central executive), jonka oletetaan olevan edelleen osiin jakautunut. Baddeleyn (2000) mukaan ilmeisesti otsalohkoalue on merkityksellinen tämän keskusyksikön toiminnassa. Kolmijakoisessa työmuistimallissa fonologisen kehän on ajateltu pitävän mielessä kielellistä ja kuulonvaraista tietoa sekä käyttävän hyväkseen työmuistin väliaikaista tallennusta ja sujuvan työstämisen systeemiä. Varaston oletetaan pitävän mielessä visuo-spatiaalista tietoa ja jakautuvan erillisiin näönvaraisen, ulotteisuutta käsittävän ja mahdollisesti kineesteettisen käsittely-yksikön osatekijöihin. Tämän visuo-spatiaalisen varaston on mallin mukaan kuvattu olevan edustettuna pääasiassa oikealla aivopuoliskolla (Baddeley & Hitch, 1974).

Baddeley (2000) on työstänyt kolmijakoista työmuistimallia edelleen uudistaen sitä neljännellä alasyteemillä, episodisella taltilla (episodic buffer), jonka oletetaan olevan kapasiteetiltaan rajallinen väliaikaisen tallennuksen systeemi, joka voi yhdistellä erilaisista lähteistä peräisin olevia tietoja. Baddeleyn (2000) mukaan työmuistimallin keskusyksikkö kontrolloi tätä episodista taltiota ja samalla voi palauttaa tietoa säilöstä tietoisesti tai viitata näihin tietoihin sekä tarpeen mukaan muokata ja muunnella niitä.

Baddeleyn (1986) mallin mukaisen työmuistin keskusyksikön on kuvattu (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, & Wager, 2000) liittyvän keskeisesti toiminnanohjaukseen eli kognitiivisten prosessien kontrollointiin ja säätelyyn. Työmuistia määriteltäessä ja sen toimintaa kuvattaessa viitataan usein tähän työmuistille käsitteellisesti ja toiminnallisesti läheiseen toimintokokonaisuuteen eli toiminnanohjaukseen (Kane ym., 2007; Lundqvist ym.,

2010). Toiminnanohjaus on laaja termi, jolla viitataan yleensä kirjoon tiettyjä kognitiivisia taitoja, kuten suunnittelu ja suunnitelmien eteenpäin vieminen, päämääräsuuntautuneen toiminnan ylläpitäminen, tarkoituksenmukainen toiminnan jaksottaminen ja epäasianmukaisten reaktioiden estäminen (Stuss, 2011). Toiminnanohjauskäsitteen teoreettinen tausta juontaa juurensa Lezakin (1982) kuvailemasta ja Lurian (1966) lähestymistapaa seuraavasta termistä 'executive functions', joka oli alunperin asetettu tarkoittamaan tavoitteen asettamista, toiminnan aloittamista, inhibitiota eli estämistä, suunnittelua, toiminnan vaihtamista ja tarkistamista.

Kirjallisuudessa kuvataan usein kolmea toiminnanohjaustoimintoa, jotka ovat hyvin tarkasti operationalisoitavissa (Baddeley, 1996; Miyake ym., 2000; Smith & Jonides, 1999). Nämä toiminnot ovat päivittäminen (updating), toimintatavan vaihtaminen (set-shifting) ja toiminnan estäminen (inhibition) eli inhibitio. Miyake kollegoineen (2000) määritteli päivittämisen toiminnoksi, joka päivittää tai ohjaa (monitoroi) mielessä olevia työmuistiedustuksia. Päivittämisen ajatellaan tämän tapaisen määrittelyn johdosta kuuluvan edellä kuvattuihin toiminnanohjaustoimintoihin (Miyake ym., 2000; Smith & Jonides, 1999), joita myös arvioidaan usein älyllisen suoriutumisen mittauksen yhteydessä (Friedman ym., 2006). Tämä toiminnanohjauksen osatoiminto on erityisesti edustettuna työmuistitehtävissä, joissa vaaditaan tietoa-aineksen käsittelyä (Smith & Jonides, 1999). Päivittämistoiminto pitää Morrisin ja Jonesin (1990) mukaan sisällään vastaanotettavan tiedon ohjaamista ja koodaamista siten, että se on käsillä olevan tehtävän kannalta olennaista. Tämä funktio toteuttaa myös työmuistin varaisten yksiköiden uudistamisen korvaamalla vanhat tehtävän kannalta tarkoituksenmukaisuutensa menettäneet yksiköt uudemmilla ja soveltuvammilla tiedoilla (Morris & Jones, 1990).

Toimintatavan vaihtamisen Miyake työryhmineen (2000) määritteli olevan vastuussa tarkkaavuuden siirtämisestä tai tehtäväkaavaa koskevan mielen sisäisen mallinmuutoksen vaihtamisesta. Tämä vaihtamistoiminto on heidän mukaansa lähellä toiminnanohjausta ja erittäin merkityksellinen pyrittäessä ymmärtämään aivovauriopotilaiden kognitiivisen kontrollin haasteita. Miyaken työryhmä (2000) on todennut, että toimintatavan vaihtamiskyvyssä ei ole kyse vain siitä, saadaanko tietyn tehtäväosion suorittamisen kannalta valittua ennalta määriteltyjen joukosta soveltuva suoritustapa vai ei, vaan kyse saattaa olla tämän ohella tai jopa sen sijaan siitä, että tehtäväsarjaa koskien kyetään suorittamaan tarvittaessa jopa kokonaan uusi operaatio.

Inhibition Miyake kollegoineen (2000) esitteli kyvyksi, jonka avulla hallitsevia, automaattisia tai vahvoja reaktioita estetään tarkoituksellisesti. Tämä estämisfunktio on toisaalla määritelty myös tarkkaavuuden kontrolloinnin yhdeksi komponentiksi (esim. Jurado & Rosselli, 2007).

## Työmuisti aivo-orgaanisella tasolla

Työmuistitutkimusten yhteydessä ollaan oltu hyvin kiinnostuneita siitä, mitkä aivojen rakenteelliset alueet ja toiminnalliset mekanismit ovat yhteydessä työmuistin toimintaan. Lyhyt katsaus näihin tutkimuksiin toi esiin, että ainakin dopaamiini -välittäjäaineeseen liitännäiset geenit ovat ilmeisesti erityisen vahvasti yhteydessä työmuistisuoriutumiseen (kts. Bäckman & Nyberg, 2013).

Lisäksi toiminnalliset aivokuvantamismenetelmät ovat osoittaneet, että keskeisiä työmuistitoimintoihin kytköksissä olevia aivoalueita ovat otsalohkot ja niiden yhteydet subkortikaalisille eli aivokuoren alapuolisille ja posteriorisille eli taaemmille aivoalueille (D'Esposito, Postle, & Rypma, 2000; Duncan & Owen, 2000; Sylvester ym., 2003; Ylinen, Jäkälä, & Hänninen, 2006). Työmuistitehtävien suorittamisen yhtey-

dessä (Klingberg & Roland, 1998; Westerberg & Klingberg, 2007) ja myös useamman viikon ajan kestäneen tämänkaltaisen harjoittelun jälkeen on raportoitu esiintyvän muutoksia aivokuoren alueen aktiviteetissa esimerkiksi lisääntyneenä aktivaationa mediaalisella otsalohkoalueella, parietaalisilla aivokuorialueilla (Olesen, Westerberg, & Klingberg, 2004) sekä prefrontaalisissa ja parietaalisissa dopamiinireseptoreissa (McNab ym., 2009).

Buschkuehl, Jaeggi ja Jonides (2012) ovat kuitenkin todenneet, että tutkimustulosten valossa ei ole vielä kyetty yksilöimään tiettyyn viitekehukseen sopivaa neuraalista mekanismeita, mikä olisi työmuistiharjoittelun ja tähän kytkeytyvien harjoitteluvaikutusten kognitiivista suoriutumista vahvistavien prosessien taustalla. Työmuistiharjoittelun yhteydessä on todettu aktivaation lisääntymistä tietyillä aivoalueilla, mutta myös aktivaation vähentymistä sekä näiden yhdistelmiä. Monet tekijät aina työmuistitehtävää suorittavan henkilön iästä (Dahlin, Stigsdotter Neely, Larsson, Bäckman, & Nyberg, 2008) yksilölliseen työmuistikapasiteettiin ja erilaisiin aivojen toimintaa heikentäviin tiloihin vaikuttavat mitä todennäköisimmin sekä työmuistisuoriutumiseen itsessään että myös aivojen neuraaliseen aktiviteettiin ja hermoverkkojen muovautuvuuteen.

## TYÖMUISTISUORIUTUMINEN JA -KUNTOUTUS AIVOVAURIOPOTILAILLA

### Työmuistihäiriöt aivovauriopotilailla

Työmuistivaikeuksia todetaan tutkimusten mukaan usein erilaisten ei-kehityksellisten aivovaurioiden (acquired brain injuries: Cicerone ym., 2002; Cicerone ym., 2011; Robertson & Murre, 1999) kuten AVH:n (Vallat ym., 2005) ja AV:n (Vallat-Azouvi, Weber, Legrand, & Azouvi, 2007) jälkitiloissa. Työmuistiongelmien kanssa painivat potilaat raportoivat usein keskittymisvaikeuksia,

häiriöalttiutta ja unohtelutaipumusta sekä vaikeuksia pitkien keskustelujen seuraamisessa, monimutkaisten kirjoitettujen tekstien ymmärtämisessä ja useiden asioiden yhtäaikaaisessa toteuttamisessa (Hinkeldey & Corrigan, 1990; Mateer, Sohlberg, & Cricnean, 1987). Työmuistihasteista kärsivillä potilailla on todettu olevan taipumusta myös tarkkaavuuden jakamisen ja ylläpitämisen hankaluuksiin, ongelmiin toimintastrategian joustavissa siirtymissä sekä vaikeuksiin valintatilanteissa, joissa esiintyy useita vaihtoehtoja (Lundqvist ym., 2010).

Työmuistivaikeudet voivat haitata potilailla merkittävästi arkiselviytymisen ohella myös työssä selviytymistä ja mahdollista työhön paluuta, koska ne vaikuttavat juuri tarkkaavuustoimintoihin ja suunnittelukykyyn, kuten Robertson ja Murre (1999) ovat raportissaan todenneet sekä ohjeiden muistamiseen ja suoritusten loppuun saattamiseen, kuten taas Björkdahl, Åkerlund, Svensson ja Esbjörnsson (2013) ovat havainneet. Kliinisen käytännön perusteella aivovauriopotilaiden tarkkaavuusongelmat voivat näkyä keskittymisen häiriöalttiutena ja vaikeutena jatkaa suoritusta pitkäjänteisesti. Suunnitelmallisuuden vaikeudet voivat ilmetä siten, että potilas kyllä tietää miten hänen tulisi edetä monivaiheisen tehtävän kanssa, mutta ei kykene aloittamaan ja etenemään loogisessa järjestyksessä. Ohjeiden muistamisen ongelmat saattavat tulla esiin siten, että potilas joutuu tekemään useita tarkistuksia ja varmistuksia sekä ylimääräisiä työn ja toiminnan vaiheita päästäkseen suoritukseensa eteenpäin. Lisäksi työmuistihasteista kärsivät potilaat saattavat kuvata, että ajatukset karkailevat helposti jopa kesken puhumisen, kotiarjessa tehtävien välillä tulee tarkoituksettomasti siirryttyä ja tekemisiä jää puolitiehen. Lisäksi näiden potilaiden kyky arvioida, tarkistaa ja korjata suoriutumistaan saattaa olla heikentynyt, koska tarvittavat tiedot eivät pysy mielessä, jotta asioiden yhteyksien prosessoiminen onnistuisi toivotulla tavalla.

Työmuistiongelmät voivat joko suoraan tai epäsuorasti vaikuttaa myös potilaiden sosiaalisiin suhteisiin. He saattavat eristäytyä keskusteluista ja vetäytyä tapaamisista, koska keskusteluja voi olla vaikeaa seurata ja niihin osallistuminen saattaa olla työlästä sekä hidastunutta. Työmuistin mutkatonta toimintaa on myös tutkimustietoon pohjautuen todettu tarvittavan kielellisesti sujuvassa suoriutumisessa (Bittner & Crowe, 2007; Vallat ym., 2005). Jotkut verrattain hyvinkin toipuneet potilaat ovat saattaneet huomata aivotapahtuman jälkeen esimerkiksi työelämässä, että palavereihin osallistuminen ei enää onnistu aiempaan tapaan tai vierailulla kielillä toimiminen on vaikeampaa kuin ennen sairastumista, vaikka varsinaisia afasiaoireita ei olisikaan todettu. Tämänkaltaiset haasteet voivat olla kytköksissä työmuistivaikeuksiin.

Työmuistirajoitteet saattavat edellä kuvattujen tiedonkäsittelyn haasteiden kautta aiheuttaa potilaille ylimääräistä turhautumista ja kuormittumista, mikä voi näkyä kaventuneina voimavaroina elämän eri osa-alueilla ja johtaa edelleen psyykkisen hyvinvoinnin alentumiseen. Tätä ilmiötä tukee esimerkiksi Johanssonin ja Tornmalmin (2012) kuvaus kliinisen kokemuksensa pohjalta. Heidän mukaansa työmuistin toimintaan liittyvät vaikeudet heikentävät monien aivovauriosta kärsivien ihmisten elämänlaatua, sillä itsenäisen suoriutumisen, sosiaalisen osallistumisen sekä jokapäiväisen elämän koherenssin eli johdonmukaisuuden tunteen menettäminen nostattavat ahdistuneisuutta ja riittämättömyyden tunteita.

Työmuistisuoriutumisen vahvistamistavoite on melko tuoreen meta-analyysin pohjalta arvioitu aivovauriopotilaille niin merkitykselliseksi, että muiden tiedonkäsittelyn osa-alueiden kohentuminen työmuistiharjoittelun seurauksena on katsottu olevan toissijaista (Weicker ym., 2015). Tietokoneavusteisten työmuistikuntoutusmenetelmien avulla on aiemmin voitu tutkimusten mu-

kaan tehokkaasti vahvistaa esimerkiksi päivittäistoimintoja koskevien kuntoutustavoitteiden saavuttamista aivovauriopotilailla (Björkdahl ym., 2013), mutta myös selviä parannuksia itse työmuistisuoriutumiseen ja muihin tiedonkäsittelytoimintoihin on näillä potilasryhmillä saavutettu työmuistiharjoittelun jälkeen (Weicker ym., 2015).

Tiedonkäsittelytoimintojen muutokset ovat huomattavan yleisiä aivovaurioiden jälkeen. Kuvaan tässä työmuistikuntoutuksen kehittämisen tarvetta kahden aivovauriopotilasryhmän, aivoverenkiertohäiriö- ja aivovammapotilaiden, kannalta sekä yhteiskunnallisesta ja yksilöllisestä näkökulmasta käsin. AVH:n jälkeen jopa erittäin hyvin toipuneiksi kuvatuilla aivoinfarktipotilailla on raportoitu olevan 71 % :n esiintyvyydellä kognitiivisia rajoitteita (Jokinen ym., 2015). Suomessa on paljon AVH-potilaita ja he tarvitsevat Jokisen ja kollegoiden (2015) tutkimuksen perusteella selvästi kuntoutusta myös kognitiivisiin rajoitteisiinsa. Suomen Aivoliitto ry:n (2016) internet-sivuston mukaan Suomessa todetaan vuosittain 14600 aivoinfarktia, 4000 aivoverenvuotoa ja lisäksi 2500 potilasta joutuu kohtaamaan aivoinfarktin uusimisen.

AVH:n seuraukset ovat yhteiskunnallisesti vaativia, sillä Suomen tasolla tarvitaan Aivoliiton (2016) mukaan sekä akuuttia että ylläpitävää kuntoutusta vähintään 30 000:lle AVH-potilaalle vuosittain. Tämä suomalaisten aivosairauksista kärsivien tilanteissa tukeva liitto on laskenut, että vuoteen 2020 mennessä Suomessa tarvitaan vähintään 100 uutta hoitoyksikköä vain aivoinfarktipotilaille kohdennettuna, mikäli yhteiskunta ei pysty vahvistamaan näiden sairauksien ennalta ehkäisyä, akuuttihoitoa ja ensivaiheen kuntoutusta. Lisäksi tämä yhdistystensä kautta potilaille vertaistukea ja tietoa tarjoava liitto on arvioinut, että joka neljäs AVH-potilaista on ikänsä puolesta työelämävaiheessa ja joka neljäs heistä jää eläkkeelle sairauteensa liittyvien rajoitusten vuoksi. Tämä tarkoittaa Suomen mitta-kaavassa lähes 900 ihmistä joka vuosi. On



laskettu myös, että puolet Suomen AVH-potilaista joutuu elämään pysyvien sairauksista johtuvien rajoitteiden kanssa, joka neljäs heistä toipuu lähes ennalleen, vähän yli puolet saavuttaa tilanteen, jossa omatoiminen selviytyminen on mahdollista ja seitsemäsosa tarvitsee jatkuvaluonteisemmin hoitopalveluita (Aivoliitto, 2016). Näistä potilaista valtaosa, jopa omatoimisesti selviytyvät, voisivat hyötyä työmuistikuntoutuksesta lievittääkseen sairauden seurauksena mahdollisesti aiheutuneita työmuistirajoitteita ja helpottaakseen näin omaa arkiselviytymistään.

Myös AV-potilaat eli aivoja vaurioittaneen ulkopuolisen iskun tai voimakkaan liikahduksen pohjalta vammautuneet voivat merkittävästi hyötyä työmuistikuntoutuksesta, koska neuropsykologisen kuntoutuksen tarve on arvioitu tähän vammatyypin luokituvien aivovaurioiden jälkeen keskeisimmäksi lääkinällisen kuntoutuksen muodoksi (Aivovaurio.fi -internetsivusto, 2016). Tiedonkäsittelytoiminnan heikentyminen on lisäksi todettu merkittävimäksi syyksi toimintakyvyn rajoitteiden taustalla AV-potilailla, jotka neurologisesti katsottuna ovat toipuneet hyvin tai melko hyvin (Prigatano, 1999). AV-potilailla esiintyy tyypillisesti heikentymismuutoksia monissa kognitiivisissa toiminnoissa, kuten tarkkaavaisuudessa (Chan, 2002; Mateer, Sohlberg, & Youngman, 1990; Park, Moscovitch, & Robertson, 1999), toiminnanohjauksessa (Brooks, Fos, Greve, & Hammond, 1999; Cicerone ym., 2000; Gansler, Covall, McGrath, & Oscar-Berman, 1996), muistissa (Curtiss, Vanderploeg, Spencer, & Salazar, 2001; Davidson, Troyer, & Moscovitch, 2006; Mangels, Craik, Levine, Schwartz, & Stuss, 2002) ja muistia eritellymmin katsottuna myös työmuistissa (Baddeley, 1992; Kane ym., 2007).

Näissä toiminnoissa ilmenevien vaikeuksien on todettu usein olevan AV:n yhteydessä kytköksissä arkielämän hajanaisuuteen ja siitä seuraaviin negatiivisiin psyko-

sosiaalisiin jälkioireisiin (Crawford, Wenden, & Wade, 1996). Samaiset pulmat yhdessä arkielämässä kohdattavien haasteiden kanssa voivat AV:n jälkeen rajoittaa ja vaikeuttaa ihmisen toimintaa ja osallistumista elämän tärkeillä osa-alueilla, kuten työelämässä, opinnoissa, sosiaalisissa suhteissa ja vapaa-ajan toiminnoissa. Yhteiskunnan kannalta AV:n jälkiseuraukset voivat myös olla merkittäviä, sillä ne voivat aiheuttaa pysyviä rajoitteita työikäisille ihmisille, lisätä haasteita iäkkäämpien ihmisten hoidon ja palveluiden järjestämiseen sekä aiheuttaa merkittäviä kuntoutuksen ja muiden tukipalveluiden tarpeita vielä kasvu- ja kehitysiässä oleville lapsille. Suomessa todetaan vuosittain arviolta 15 000 - 20 000 uutta AV:aa ja Suomessa on laskelmien mukaan noin 100 000 henkilöä, joilla on pysyvä ja oireileva AV (Aivovamman Käypähoitosuositus, julkaistu 2008).

Tarkoituksenmukaisesti mitoitettu ja rakenteistettu työmuistikuntoutus saattaisi olla hyödyllinen osa aivovauriopotilaiden, kuten AVH- että AV-potilaiden, kuntoutuksellista kokonaisuutta pyrittäessä lievittämään työmuistiin kytkettyjen arjen haasteiden yksilöllistä ja yhteiskunnallista kuormitusta yhdessä muun kuntoutuksen, tuen ja palveluiden kanssa. Aivovauriopotilailla toteutettuja työmuistitutkimuksia tarvitaan lisää, koska tämänkaltaisissa tutkimuksissa on todettu usein heikkouksia, kuten työmuistiharjoittelun hyötyjen selvittäminen ilman potilasverrokkeja tai ylipäätään vertailuhenkilöitä, jotka eivät suorita työmuistiin liittyvää harjoittelua vastaavan tutkimusjakson aikana kuin koeryhmän potilaat (Chung, Pollock, Campbell, Durward, & Hagen, 2013; Rosti-Otajärvi & Hämäläinen, 2014).

Vertailuryhmän puuttuminen voi merkitä sitä, että potilaiden työmuistiharjoituksia seuranneet mahdolliset muutokset harjoitelleen ryhmän suorituksissa johtuvatkin jostain satunnaisesta tekijästä tai spontaanista toipumisesta. Työmuistissa on ainakin jossain määrin todettu tapahtuvan myös

spontaania korjautumista mm. vuoden seurannassa aivoinfarktin jälkeen (Sola, 2014). Joissakin tutkimuksissa AVH- tai AV-potilaita on tutkittu erikseen, mutta useissa tutkimuksissa nämä ja joidenkin muiden diagnoosiryhmien (esim. aivokasvaimet, aivoleikkausten jälkitilat) potilaat on luettu kooluvaksi yhdistettyyn aivovaurioryhmään (acquired brain injuries).

## Aivovauriopotilaiden työmuistin kuntoutus

Aivovauriopotilaiden kuntoutuksella tarkoitetaan yleensä muutakin kuin pelkästään pyrkimystä menetettyjen osatoimintojen, esimerkiksi tiedonkäsittelytoimintojen tai motoriikan kohentamiseen. Kuntoutus on tavallisesti mikä tahansa interventio, jonka avulla potilaita ja heidän perheitään voidaan auttaa saavuttamaan jokapäiväistä elämäänsä koskevia tavoitteita (Wilson, 2008). Manlyn ja Murphyn (2012) mukaan kuntoutusta voidaan toteuttaa monin eri tavoin, kuten tiedonkäsittelytaitojen harjoittamisen, kompensoivien keinojen opettamisen tai emotionaalisen sopeutumisprosessin tukemisen kautta. He toteavat kuntoutuksen käsitteen alle voitavan liittää myös kodin tai työympäristön muuttaminen vastaamaan paremmin kuntoutujan tavoitteiden saavuttamista rajoitteistaan huolimatta. Näitä kaikkia voidaan sisällyttää neuropsykologiseen kuntoutukseen ja mikäli mahdollista, tukitoimia saatetaan toteuttaa yhteistyössä muiden kuntoutusmuotojen, kuten puhe-, toiminta- ja fysioterapian kanssa.

Psykoedukaatio neuropsykologisessa kuntoutuksessa käsittää potilaiden tiedottamisen heitä koskevan vamman ja sairauden luonteesta ja siihen kytkeytyvistä mahdollisista oireistoista, hoidosta ja tuesta. Usein tässä yhteydessä opetetaan myös kompensointikeinoja, joiden avulla aivovaurion seurausten kanssa ja niistä huolimatta voidaan selviytyä. Sosiaalinen tuki ja siihen liittyvä vertaisten eli toisten sairastuneiden

tuki voi antaa lisäksi potilaille mahdollisuuden jakaa muutosten herättämiä tuntemuksia ja tunteita tukea-antavassa ilmapiirissä. Tiedonkäsittelytaitojen harjoittamisella viitataan toistoharjoitteluun sellaisissa tehtävissä, jotka edellyttävät todetusti heikentyntä kognitiivista suoriutumista, mitä tämän harjoittelun kautta pyritään parantamaan. Tiedonkäsittelytaidot ovat kognitiivisen toimintakyvyn edellytyksiä, jotka liittyvät mm. havaintojen tekemiseen, ajattelemiseen, kieleen, muistiin ja päättelyyn. Tiedonkäsittelytaitojen harjoittaminen voi olla sinällään osa neuropsykologista kuntoutusta, mutta harjoitteluvaikutusta voidaan saada aikaan myös toistettaessa testejä, joiden avulla pyritään seuraamaan tiettyjen kognitiivisten taitojen kohentumista.

Työmuistin kuntouttaminen ei ole pitkään noudattanut nykyisen kaltaista toistoharjoittamista. Vielä pitkälle 1990-lukua oletettiin, että työmuistikapasiteetti on suuruudeltaan kiinteä ja, ettei sitä voida edes sen toiminnan heikentymisen yhteydessä harjoittaa tai korjata (Oberauer, Süß, Schulze, Wilhelm, & Wittmann, 2000). Potilaita hoidettiin aiemmin auttamalla heitä hyödyntämään kompensointikeinoja ja muita muistin tukikeinoja (esim. Tam & Man, 2004) sekä sosiaalista tukea (esim. Sohlberg, McLaughlin, Pavese, Heidrich, & Posner, 2000) työmuistivaikeuksien kanssa selviytymiseen. Nykyisin tiedetään, ettei työmuistia voida harjoittaa käyttämällä näitä perinteisiä muistin harjoitusmenetelmiä (Craik ym., 2007). Viime vuosina työmuistitutkimuksissa on oltu erityisesti kiinnostuneita tiettyyn kognitiiviseen prosessiin kytkentäisestä muovautuvuudesta (Lustig, Shah, Seidler, & Reuter-Lorenz, 2009; Lövdén, Bäckman, Lindenberger, Schaefer, & Schmiedek, 2010), mikä voi näkyä esimerkiksi kognitiivisten hyötyjen saavuttamisena tietyn työmuistin osa-alueen harjoittamisen jälkeen.

Mikäli työmuistikuntoutuksen jälkeen siihen selkeästi kytkettävästi voidaan saavuttaa positiivisia kognitiivisia tai emotionaalisia

vaikutuksia muussa kuin harjoittelussa suorituksessa, voidaan tätä ilmiötä kutsua siirtovaikutukseksi. Tämän käsitteen ovat alunperin määritelleet Thorndike ja Woodworth (1901). Kuntoutuksen vaikuttavuuden kannalta siirtovaikutus on välttämätöntä, koska ei ole mahdollista harjoituttaa potilasta koskien jokaista hänen kotielämässä kokemaansa vaikeutta (Johansson & Tornmalm, 2012). Työmuistin kohdalla siirtovaikutusta ilmenee, jos työmuistiharjoittelun jälkeen voidaan havaita kohentumista sellaisissa tehtävissä, joita ei ole harjoitettu, mutta jotka mittaavat myös työmuistia tai muuta kognitiivista taitoa. Lisäksi työmuistiharjoittelun jälkeen esimerkiksi jollain mitatulla psyykkisen voinnin osa-alueella havaittu kohentuminen voidaan myös lukea siirtovaikutukseksi.

Työmuistiharjoittelun siirtovaikutus työmuistiin luokiteltaisiin Perkinsin ja Salomonin (1992) käsittein lähisiirtovaikutukseksi (near-transfer) tai refleksiiviseksi (low-road) siirtovaikutukseksi. Tässä tutkimuksessa lähisiirtovaikutuksella haettiin työmuistin päivittämisharjoittelun hyötyjen siirtymistä suoriutumiseen rakenteellisesti hieinan toisenlaisissa tehtävissä, jotka myös mittaavat työmuistin päivittämistä sekä suoriutumiseen kielellistä työmuistikapasiteettia mittaavassa tehtävässä. Siirtovaikutus muuhun kognitiiviseen toimintaan tai psyykkiseen vointiin on määritelty alkuperäisen teorian (Perkins & Salomon, 1992) mukaan kaukosiirtovaikutukseksi (far-transfer, high-road). Tätä siirtovaikutusta tutkittiin tässä tutkimuksessa arvioimalla työmuistin päivittämisharjoittelun hyötyjen mahdollista siirtymistä suoriutumiseen inhibitiota ja toimintakaavan vaihtamista edellyttävissä tehtävissä, sillä näissä tehtävissä mitataan työmuistille läheisiä toiminnanohjausfunktioita. Kaukosiirtovaikutusta tutkittiin myös selvittämällä kohentaako työmuistin päivitysharjoittelu kielellistä assosiativista oppimista ja suoriutumista tehtävässä, joka mittaa uuden oppimiskykyä yhdessä visumotoriikan kanssa.

Siirtovaikutuksen mahdollisuuden voidaan yhden näkökulman mukaan katsoa olevan riippuvainen tehtävän ja kontekstin samankaltaisuudesta, mutta myös harjoittelijan oppimiskyvystä (Ferguson & Rice, 2001; Geusgens, Winkens, van Heugten, Jolles, & van den Heuvel, 2007); eli näin ollen useampi eri tekijä saattaa vaikuttaa harjoitteluvaikutusten siirtymiseen. Toisenlaisen kirjallisuudessa esitellyn lähestymistavan mukaan taas väitetään, että pelkän harjoituksen ollessa onnistunut ja riippumaton kontekstista ja henkilön oppimiskyvystä, voidaan saavuttaa parannuksia tuloksissa (kts. Björkdahl ym., 2013), mikä painottaa hyvin paljon itse harjoitustapahtumaa. Jonides (2004) on todennut, että siirtovaikutusta voi ilmetä, kun harjoittelutehtävä ja siirtovaikutustehtävä koskevat samankaltaisia tiedonkäsittelyprosesseja ja aivoalueita. Buschkuehl kollegoineen (2012) on edelleen painottanut, että näiden toisiinsa limittyvien prosessien ja niihin yhteydessä olevien aivoalueiden täytyy olla sellaisia, joihin voidaan vaikuttaa harjoituksen avulla ja lisäksi näiden alueiden aktivaation täytyy vaikuttaa huomattavasti suoriutumiseen sekä harjoittelutehtävässä että harjoitteluvaikutusta mittaavassa ns. kriteeritehtävässä, jotta seurauksena voi olla siirtovaikutusta.

## **Työmuistikuntoutuksen vaikutavuus yleisesti tutkimusten valossa**

Yhteistä työmuistin kuntouttamiseen pyrkiville tutkimuksille on interventiodien toteuttaminen usein siten, että tietokoneella tehtäviä työmuistiharjoituksia toistetaan useamman viikon ajan eri harjoituskerroilla, vaikka muutoin eri tutkimukset ovatkin varsin heterogeenisiä (Weicker ym., 2015). Työmuistikuntoutuksen toisistaan poikkeavien ja päinvastaistenkin tulosten valossa on pohdittu paljon voidaanko työmuistiharjoittelun kautta ylipäätään saavuttaa siirtovaikutuksia ja millaisilla tutkimusasetelmilla löydetty siirtovaikutukset ovat

päteviä (kts. Morrison & Chein, 2011). Joissakin tutkimuksissa työmuistiharjoittelun on osoitettu johtavan työmuistisuoriutumisen vahvistumiseen siten, että vaikutus on voitu tulkita lähisiirtovaikutukseksi (kts. von Bastian & Oberauer, 2014; Klingberg, 2010; Morrison & Chein, 2011). Osassa tämänkaltaisista tutkimuksista siirtovaikutusta on todettu vain, jos harjoitustehtävät ja tehtävät, joihin hyötyvaikutus on siirtynyt, ovat läheisesti kytköksissä toisiinsa, esimerkiksi työmuistitehtävien erilaisia muunnelmia (esim. Bergman Nutley ym., 2011; Holmes, Gathercole, & Dunning, 2009; Thorell, Lindqvist, Bergman Nutley, Bohlin, & Klingberg, 2009).

On olemassa myös tutkimuksia, joissa muuta kognitiivista suoriutumista kuin työmuistia on voitu vahvistaa erilaisten työmuistia kuntouttavien harjoitusten kautta, mikä tukisi väitettä kaukosiirtovaikutuksen mahdollisuudesta (von Bastian & Oberauer, 2013; Jaeggi, Buschkuhl, Jonides, & Perrig, 2008; Klingberg, Forssberg, & Westerberg, 2002; Klingberg ym., 2005; Olesen ym., 2004). Osassa tutkimuslöydöksistä taas ei ole nähtävissä kaukosiirtovaikutuksia esimerkiksi päättelytoimintoihin (von Bastian, Langer, Jäncke, & Oberauer, 2013; Brehmer, Westerberg, & Bäckman, 2012; Chein & Morrison, 2010; Dahlin, Nyberg ym., 2008; Dahlin, Stigsdotter Neely ym., 2008; Owen ym., 2010; Redick ym., 2013; Richmond, Morrison, Chein, & Olson, 2011). Myös joustavan älykkyyden vahvistaminen työmuistiharjoittelun kautta on herättänyt eriäviä näkökulmia aina hyvinkin positiivisista katsantokannoista (Klingberg, 2010) epäilyksiin tämänkaltaisen hyödyn saavuttamiseen liittyen (Shipstead, Redick, & Engle, 2012).

Ensimmäinen työmuistitutkimuksista toteutettu meta-analyysi (Melby-Lervåg & Hulme, 2013) kiteytti, että työmuistiharjoittelun vaikutukset eivät ulotu muihin kognitiivisiin toimintoihin ja siten eivät siis johda kaukosiirtovaikutuksiin. Melby-Lervåg ja

Hulme (2013) arvioivat meta-analyysissään 23 työmuistiharjoittelua toteuttanutta tutkimusta. Heidän mukaansa näissä tutkimuksissa voitiin saavuttaa vain lyhytaikaisia kohennuksia työmuistisuoriutumiseen, mutta millään interventtiolla ei saatu aikaan siirtovaikutuksia suorituksiin, jotka mittasivat muita kognitiivisen toimintakyvyn edellytyksiä.

Weicker työryhmineen (2015) on tehnyt lähiaikoina uuden laajan meta-analyysin sekä terveillä ihmisillä että aivovauriopotilailla toteutetuista työmuistitutkimuksista ja tämän kartoituksen valossa näyttäisi siltä, että työmuistikuntoutuksella voidaan saada aikaan jopa seitsemän kuukauden seuranta-ajalla näkyen pysyvämpiä muutoksia työmuistin alle lukeutuviin tehtäväsuorituksiin (esim. Vogt ym., 2009). Lupaaviksi kaukosiirtovaikutuksiksi voitaneen tämän meta-analyysin pohjalta lukea vaikutukset älykkyyteen, päättelykykyyn, kognitiiviseen kontrolliin ja laajemminkin toiminnanohjaukseen, mutta myönteistä siirtovaikutusta on havaittu myös arkielämän tasolle asti pohjautuen subjektiivisiin arviointeihin (Johansson & Tornmalm, 2012).

On mahdollista, että jotkin yksilölliset tekijät, kuten ikä, tai potilailla erilaiset oirekuvat vaikuttavat siihen miksi jotkut toiset hyötyvät työmuistikuntoutuksesta ja toiset taas eivät. Sekä työmuistin päivittämiskomponentti että toiminnanohjauksen inhibitio- ja toimintatavan vaihtamiskomponentti näyttäisivät tutkimusten mukaan heikentyvän iän myötä asteittain (Braver & Barch, 2002; Clarys, Bugaiska, Tapia, & Baudouin, 2009; Fisk & Sharp, 2004; Podell ym., 2012). Tutkittavien iän onkin havaittu joissakin tutkimuksissa olevan yhteydessä työmuistiharjoittelusta hyötymiseen siten, että esimerkiksi nuoremmat henkilöt ovat hyötöneet vanhempia enemmän (Dahlin, Nyberg ym., 2008; Dahlin, Stigsdotter Neely ym., 2008; Shing, Schmiedek, Lövdén, & Lindenberger, 2012). Huolimatta näistä löydöksistä vanhemmatkin henkilöt voivat silti hyötyä työmuistiharjoittelusta, kuten Karbach ja

Verhaeghen (2014) ovat todenneet. Kyseisten tutkijoiden meta-analysissä iällä ei havaittu olevan merkitystä työmuistisuoriutumisen kannalta merkityksellisessä kognitiivisessa muovautuvuudessa ja työmuistiharjoittelu todettiin myös myöhemmällä iällä tehokkaaksi johtaen sekä lähi- että kaukosiirtovaikutuksiin.

Erilaisista sairaus- ja aivovauriopotilasryhmistä työmuistiharjoittelun vaikutuksia on pyritty selvittämään ainakin AV:n kohdanneilla (Cicerone, 2002; Serino, Ciaramelli, Santantonio, & Ládavas, 2007), erilaisista aivovauriopotilaista koostuvilla ryhmillä (Hellgren, Samuelsson, Lundqvist, & Börsbo, 2015; Johansson & Tornmalm, 2012; Lundqvist ym., 2010; Åkerlund, Esbjörnsson, Sunnerhagen, & Björkdahl, 2013), AVH:n sairastaneilla (Westerberg & Klingberg, 2007, Westerberg, Jacobaeus ym., 2007), skitsofreniaa (Hubacher ym., 2013) ja MS-tautia sairastavilla (Vogt ym., 2009) sekä henkilöillä, joilla on diagnosoitu ADHD (Chacko ym., 2014; Holmes ym., 2009, 2010; Klingberg ym., 2005).

Aivovauriopotilailla toteutetuissa tutkimuksissa on todettu runsaasti erilaisia työmuistikuntoutuksen jälkeen todettuja muutoksia, kuten suoriutumisen kohentumista työmuistin keskusyksikköön kytkentäisissä toiminnoissa (Serino ym., 2007), arjen kognitiivisten vaikeuksien lieventymistä perustuen haastattelu- tai itsearviointeihin (Johansson & Tornmalm, 2012), terveydentilan kohentumista itsearviointeihin perustuen (Hellgren ym., 2015) sekä suoriutumisen kohentumista päättelytehtävässä (Westerberg & Klingberg, 2007). Näissä mainituissa aivovauriopotilaiden tutkimuksissa ei kuitenkaan ole ollut mukana verrokiryhmiä, joten tulokset eivät välttämättä anna täysin realistista kuvaa hyötyvaikutuksista.

Vertailuryhmiä käytettäessä aivovauriopotilaiden työmuistitutkimuksissa on myös todettu monenlaisia harjoittelun jälkeisiä parannuksia, mm. työmuistitoimintaa edellyt-

tävillä neuropsykologisilla tehtävillä mitatussa kognitiivisessa suoriutumisessa, ammatillisen suoriutumisen ja yleisen terveydentilan arvioinneissa sekä suoritustyytyväisyydessä (Lundqvist ym., 2010). Lisäksi kontrollien kanssa toteutetuissa tutkimuksissa on todettu työmuistisuoriutumisen lisäksi kohentumista myös psyykkisessä hyvinvoinnissa (Åkerlund ym., 2013) ja tarkkaavaisuudessa (Westerberg, Jacobaeus ym., 2007).

Usein potilastutkimuksissa, joissa siirtovaikutuksia on ilmennyt, harjoittelujaksot ovat olleet pääsääntöisesti yli viiden viikon mittaisia. Lisäksi potilastutkimuksissa yksilöllisistä harjoitteluvaikutuksiin yhteydessä olevista tekijöistä voidaan mainita ainakin potilaiden suoriutumisen taso tietyissä työmuistitehtävissä, sillä joihinkin tutkimuksiin on valikoitu vain potilaita, joiden suoriutuminen jää tietyn kognitiivisen tason alle. Ainakin Serinon ja kollegoiden (2007) tutkimuksessa mukana oli AV-potilaita, joilla todettiin vakavia työmuistin toiminnan heikentymismuutoksia. Tutkittavat suorittivat harjoittelussa kolmea vaativaa työmuistitehtävää tietyn jakson ajan, minkä jälkeen heidän työmuistisuoriutumisensa todettiin merkitsevästi parantuneen jopa siten, että he saavuttivat normaalirajaisen tason tietyssä työmuistitehtävässä (Serino ym., 2007). Samaisessa tutkimuksessa potilaat hyötyivät harjoittelusta lisäksi siten, että heidän suoriutumisensa koheni tarkkaavaisuuden jakamisessa sekä kahdessa toiminnanohjaustehtävässä.

On mahdollista, että potilaat, joilla kognitiivisen toimintakyvyn edellytykset ovat rajoittuneet, voivat hyötyä työmuistiharjoittelusta enemmän kuin tutkimushenkilöt, joilla kognitiivinen suoriutuminen on verrattain sujuvaa, sillä potilailla saattaa olla enemmän ns. kognitiivista väljyyttä eli varaa parantaa suoriutumisen kohentumista ajatellen. Potilaat saattavat myös panostaa harjoitteluun enemmän, koska heillä liittyy kognitiivisen suoriutumisen kohentamiseen usein henkilökohtaisia tavoitteita. Weickerin ja hänen

työryhmänsä (2015) meta-analyysissä itse asiassa havaittiinkin tämänkaltaista suuntausta, sillä aivovauriopotilaat, joilla todettiin työmuistisuoriutumisen vaikeuksia, hyötyivät työmuistiharjoittelusta enemmän verrattaessa terveisiin tutkittaviin. Tämän meta-analyysin yksi tärkeistä havainnoista aivovauriopotilaiden kannalta oli myös se, että työmuistisysteemin parantunut toiminta ilmeisesti heijastaa hyötyvaikutuksia myös arkielämän toiminnan tasolle ja vähentää sairauteen kytköksissä olevia oireita työmuistin toiminnan rajoitteista kärsivillä potilailla.

Weickerin ja kollegoiden (2015) toteuttaman eri tutkimusten tieteellisten löydösten vertailun pohjalta aivovauriopotilaiden kuntoutuksen vaikuttavuudesta on työmuistiharjoittelun osalta olemassa hyvää näyttöä, mutta tutkimusasetelmat ovat vielä kovin kirjavia ja harjoittelussa käytettävät tehtävät poikkeavat eri tutkimuksissa usein toisistaan.

## Työmuistitehtävät kuntoutuksessa ja tutkimuksissa

Työmuistitehtävien yleisenä periaatteena on tavallisesti säilyttää lyhytkestoisesti mielessä tietty määrä tietoa. Joskus tehtäviin on yhdistettynä sekundaari tehtävä, jonka tarkoituksena on tuoda mukaan työmuistin toiminnanohjauksellista puolta esimerkiksi valikoivan tarkkaavuuden tai inhibition muodossa. Tavallisesti työmuistiharjoitukset toteutetaan tutkimusten yhteydessä adaptiivisina, mikä tarkoittaa sitä, että tehtävien vaikeustaso mukautetaan harjoittelijan suoriutumiseen. Näin voidaan välttää tehtävien liiallista helppoutta ja toisaalta ylikuormittavuutta.

Klassinen tehtävä, jonka avulla usein arvioidaan työmuistin päivittämisen tarkkuutta ja myös harjoitetaan työmuistin päivittämistä, on 'Running memory span -task', jonka ovat alunperin suunnitelleet Pollack, Johnson ja Knafit (1959). Sittemmin Morris ja Jones (1990) kehittivät tätä tehtävää,

jossa heidän mukaansa työmuistin keskusyksikön toiminta voidaan selkeästi erottaa sen alasysteemeistä. Esimerkkinä tätä 'running memory' -paradigmaa noudattelevasta tehtävästä voidaan mainita Kirjain – tehtävä (the Letter Memory: Dahlin, Nyberg, Bäckman, & Stigsdotter Neely, 2008; Dahlin, Stigsdotter Neely ym., 2008) . Kirjain –tehtävän tietokoneversiossa esitetään kirjainlistoja siten, että jokin kirjaimista A:n ja D:n välillä ilmestyy yksitellen kahden sekunnin ajaksi keskelle näyttöruutua. Kirjainlistojen pituudet vaihtelevat. Joka kerta kun lista odottamatta päättyy, tulee suorittajan näppäillä neljä viimeksi esiintynyttä kirjainta esiintymisjärjestyksessä. Tässä tehtävässä tulee päivittää jatkuvasti listaa mielessä pidettävistä kirjaimista, koska kirjainlistan pituus ei ole suorittajalla tiedossa ja kirjaimet esiintyvät satunnaisessa järjestyksessä siten, että sama kirjain saattaa toistua listassa useampia kertoja.

Toinen yleisesti käytetty työmuistin päivittämistä mittaava ja harjoitettava tehtävä on 'the N-back task' (Karch & Verhaeghen, 2014). Tämän tyyppisissä tehtävissä vaaditaan sekä aineksen säilömistä muistiin, jatkuvaa päivittämistä että myös häiriötekijöiden poissulkemista (Au ym., 2015). Eräässä visuaalispohjaisen N-back –tehtävän (Cohen ym., 1994) tietokoneversiossa esitetään näytön keskellä yksitellen numeroita yhden ja yhdeksän väliltä ja tehtävänä oli muistaa joko edeltävä numero (1-back -tilanne) tai numero, joka esiintyi kolme numeroa takaperin (3-back -tilanne), riippuen ennen kunkin osion alkua annetusta ohjeesta. Suorittajan pitää painaa kyllä-vastausta vastaavaa näppäintä, mikäli esiintyvä numero oli sama kuin edeltävä numero tai sama kuin numero, joka esiintyi kolme numeroa takaperin. Ei-vastausta vastaavaa näppäintä taas tuli painaa mikäli esiintyvä numero ei ollut sama kuin se mihin ohjeessa pyydettiin vertaamaan.

Työmuistin päivittämisfunktioita voidaan mitata ja harjoittaa myös N-back –tehtävän visuospatiaalilla versiolla (esim. Carlson

ym., 1998). Tämän tehtävän tietokoneversiossa esitetään näyttöruudulla valkoinen neliö jossakin kahdeksasta vaihtoehdoista kohdasta. Jokainen osio alkaa siten, että näytön keskellä esiintyi kohdistusristi ja sitten neliö. Kohdistusristi häviää näytöltä sen jälkeen kun neliö oli hävinnyt, riippumatta siitä onko vastaus annettu vai ei. Suorittajan tulee muistaa joko edeltäneen neliön (1-back -tilanne) tai edellistä edeltävän neliön (2-back -tilanne) sijainti, riippuen jokaista tehtäväosiota edeltävästi annetusta ohjeesta. Suorittajan tulee painaa näppäintä, jossa lukee sama (kyllä-vastaus), joka kerta kun neliö ilmestyy samaan sijaintiin kuin edeltävä tai edellistä edeltävä laatikko ja näppäintä, jossa lukee eri (ei-vastaus), joka kerta kun uusi neliö sijaitsee eri paikassa.

Laajemman päivitysharjoittamisen tavoittamiseksi vastaavanlaisissa tehtävissä kuin Kirjain –tehtävä, voidaan käyttää erilaisia ärsykeitä (numeroita, värejä ja spatiaalisia sijainteja). Tehtävät koostuvat yleensä vaihtelevan pituisista listoista tiettyjä ärsykeitä, ja jokaisen listan päätyttyä suorittajan tehtävänä on muistaa neljä viimeiseksi esitettyä ärsykettä esitysjärjestyksessä. Harjoitustehtävien vaativuustasoa voidaan nostaa lisäämällä listojen pituuksia (esimerkiksi matala taso = 4-7 ärsykettä, keskitaso = 6-11 ärsykettä, korkea taso = 5-15 ärsykettä).

Edellä kuvatuista työmuistitehtävistä rakenteellisesti poikkeava on Ole tarkkana –tehtävä (Keep track task; Yntema, 1963), joka sisältää kuitenkin myös työmuistin päivittämistä. Tässä tehtävässä tietokoneen näytöllä esiintyy yksitellen tietty määrä eri merkityskategorioiden lukeutuvia sanoja. Sanojen esiintyessä suorittajan tehtävänä on mielessään laittaa sanat vastaaviin merkityskategorioiden (esimerkiksi eläimet, vaatteet, maat, sukulaiset, urheilu, ammatit), jotka on esitetty nimetyin laatikoin ruudun alalaidassa. Suorittajan tulee jatkuvasti päivittää mielessään jokaisen merkityskategorian sisältöä ja jokaisen sanalistan

päätyttyä hänen tulee kirjoittaa laatikoiden alle sanat, jotka kyseisiin kategorioihin lukeutuen ovat esiintyneet viimeisinä.

Wechler Adult Intelligent- Scale –tutkimuspatterin (Wechsler, 2012) sisältämällä numerosarjat -tehtävällä taas voidaan saada käsitys esimerkiksi tutkittavien kielellisen työmuistin kapasiteetista eli muistikaaresta (span) ja sen mahdollisista muutoksista työmuistiharjoittelun seurauksena. Tässä tehtävässä on kolme osiota, joista ensimmäisessä (numerosarjat eteenpäin) suorittajan tulee toistaa suullisesti hänelle esitetyn numerosarjan numerot samassa järjestyksessä kuin ne hänelle esitetään. Toisessa osiossa (numerosarjat taaksepäin) tutkittavan tulee toistaa hänelle esitetyn numerosarjan numerot päinvastaisessa järjestyksessä eli lopusta alkuun hänelle esitettyyn sarjaan verrattuna. Kolmannessa osiossa (numerot järjestyksessä) suorittajan tulee esittää hänelle esitetyn numerosarjan numerot numerojärjestyksessä pienimmästä suurimpaan.

## POHDINTA

### Työmuistitutkimusten keskeiset löydökset

Eryteisesti aivovauriopotilaat voivat Weickerin työryhmän (2015) laajan meta-analyysin mukaan hyötyä työmuistikuntoutuksesta. Nämä tutkijat ovat todenneet työmuistiharjoittelun voivan johtaa tehokkaasti työmuistisuoriutumisen ja esimerkiksi päätelyn ja toiminnanohjauksen kohentumiseen jopa pitkäkestoisesti. Tieteellisessä kirjallisuudessa tosin kiistellään laajasti työmuistikuntoutuksen vaikuttavuudesta ja erityisesti siirtovaikutuksista muihin kognitiivisiin toimintoihin. Näyttäisi siltä, että lyhyet alle kahdenkymmenen kerran interventiot eivät johda työmuistikuntoutuksen siirtovaikutuksiin, mutta tätä tiiviimmät harjoitusohjelmat tuottavat hyötyjä ainakin työmuistin kannalta.

Työmuistisuoriutumisen kohentumisen mallinuksista huolimatta taustalla olevat neuraaliset mekanismit ovat vielä melko tuntemattomia (kts. Buschkuehl ym., 2012). Siirtovaikutuksia tutkittaessa ja ris-teäviä tutkimustuloksia pohdittaessa on hyvä pitää mielessä Dahlinin (2009) Ather-tonin esitykseen viitannut huomio siitä, että eri aivoalueet eivät ehkä olekaan kaikki ko-konaisuuksena kytköksissä toisiinsa, jolloin harjoitusvaikutukset eivät ehkä yksiselittei-sesti siirry toisenlaisia prosesseja ohjaa-ville aivoalueille ja sitä kautta suoriutumi-seen.

## Suoriutumiseen vaikuttavia tekijöitä aivovauriopotilaiden työmuistitutki-muksissa

### *Työmuistitehtävien laadulliset erot*

Yksilöiden ominaisuus-, suoritus- ja oireis-toerojen lisäksi työmuistitehtävien ominai-suudet, kuten ärsykkeiden esitysnopeus, vastaamiseen varattu aika ja harjoiteltavan materiaalin laatu voivat tuoda oman merki-tyksensä työmuistiharjoittelun vaikuttavuuteen ja työmuistisuoritusten mittaamiseen. Jolles, Grol, Van Buchem, Rombouts ja Crone (2010) ovat todenneet sekä tehtä-vien vaatimusten että vaikeustason voivan olla harjoitusvaikutuksia muovaavia teki-jöitä.

Esimerkkinä vaativasta työmuistitehtä-västä mainittakoon Visuaalinen N-back -tehtävä, jossa esiintyvien sarjojen nume-roita pitää verrata joko edeltävään nume-roon tai numeroon, joka esiintyi kolme nu-meroa takaperin. Tässä tehtävässä ärsyk-keiden tiivis esitysnopeus saattaa olla poti-laiden prosessointinopeuden kannalta liian kovatahtinen ja etenkin kolme numeroa ta-kaperin verrattaessa. Tutkimuksia suunniteltaessa ja toteutettaessa on tärkeää huomioida, että arviointi- ja harjoitustehtävien prosessointinopeusvaatimukset eivät eroa liikaa toisistaan. Arviointitehtävien ollessa liian vaativia tai aikapaineisia verrattaessa

harjoitustehtäviin, voi käydä niin, että harjoittelun hyötyvaikutuksia ei saada esiin.

Työmuistitehtävien esitys- ja suoritusno-peusvaatimuksien lisäksi myös tehtävien laadulliset ominaisuudet kuten visuaalinen tai kielellinen materiaali ja visuaalinen tai auditiivinen esitysmuoto voivat luoda omat piirteensä työmuistiharjoitusten vaikutta-vuuteen. Joidenkin tutkimusten mukaan esimerkiksi työmuistiharjoittelu visuo-spati-aalisella materiaalilla saattaa johtaa pysy-vämpiin harjoittelu- ja lähisiirtovaikutuksiin kuin kielellinen työmuistiharjoittelu (Melby-Lervåg & Hulme, 2013). Lisäksi kohdentami-nen työmuistin tietyn osa-alueen harjoit-tamiseen voi olla etu, kuten Von Bastian ja Langer työryhmineen (2013) ovat kuvanneet, että keskittyminen tiiviisti työmuistin yhden puolen (esim. samanaikainen säilö-minen ja prosessointi) harjoittamiseen on todennäköisesti tehokkaampaa kuin monien eri osa-alueiden yhtäaikainen harjoitteleminen.

### *Potilaiden oirekirjo*

Tulkittaessa työmuistitutkimusten tuloksia yleisesti, on hyvä pitää mielessä, että työmuisti itsessään ei ole kovin tarkkarajai-sesti määritelty käsite ja vielä ei olla kovin hyvin perillä siitä mitkä työmuistin funkti-oista vaikuttavat mihinkin kognitiiviseen prosessiin juuri tietyssä tehtävässä (Süß ym., 2002). Lisäksi on huomioitava, että potilailla aivovaurioiden ja oireistojen yksi-löllisyyteen liittyvät ilmiöt voivat vaikuttaa työmuistisuoriutumiseen ja työmuistikun-toutumiseen ja samankin diagnoosiryhmän sisällä potilailla aivojen toipumiskyky saat-taa vaihdella.

Serinin ja kollegoiden (2007) mukaan voi olla niin, että potilaat, joilla on juuri tietyn-tyyppinen oireiden rykelmä, eli esim. AV:aan liittyviä kognitiivisia rajoitteita, jotka ovat riippuvaisia juuri tietyistä tiedonkäsitte-lyjärjestelmästä, kuten toiminnanohjaustoi-mintoihin liittyvästä systeemistä, saattavat hyötyä työmuistiharjoittelusta, kun taas eri-



laisten oireistojen kanssa painiskelevat potilaat saattavat tarvita erilaisia interventioita. Joissakin potilastutkimuksissa osallistujat on valittu esimerkiksi sen perusteella, että heidän työmuistisuoriutumisessaan on ollut määriteltyjä rajoitteita (esim. Åkerlund ym., 2013). Lisäksi iän (Dahlin, Nyberg ym., 2008; Dahlin, Stigsdotter Neely, ym., 2008; Karbach & Kray, 2009) ja sukupuolen (Neubauer, Bergner, & Schatz, 2010) on tunnustettu olevan työmuistiharjoittelun hyötyihin vaikuttavia tekijöitä.

### *Motivaatiotekijät*

Tutkittavien motivaation tai yrittämisen (Shell ym., 2010) puutteella voi olla myös merkitystä työmuistikuntoutuksen vaikuttavuuden kannalta. Motivaatiota ei ole helppo mitata yksiselitteisesti, mutta suoritukset, joissa henkilöt eivät ole motivoituneita suorittamaan testi- tai harjoitussuorituksia työmuistitutkimuksissa, voivat vaikuttaa merkittävästi siihen saadaanko harjoitusten seurauksena aikaan parannuksia kognitiivisessa suoriutumisessa (Redick ym., 2013).

Kuntoutukseen osallistuminen on aina jossain määrin vaativaa potilaille yleisesti ja tämän tyyppisen toiminnan jälkeen väsyminen on todennäköistä, koska harjoitteet ovat vaativat aivojen tai muun kehon aktivoitumista mahdollisten muutosten aikaansaamiseksi. Aivovauriopotilailla voi esiintyä fatiikkia, muita kuormitusoireita tai vaihtelevaa motivoitumista kuntoutusprosessien aikana. Jotkut potilaat voivat tunnistaa itse tai psykoedukaation ohjaamana kognitiiviset tai muut kuormitusoireet sinällään merkeiksi työn tekemisestä itseään varten. Pidempikestoinen alentunut motivaatio työmuistiharjoituksia kohtaan saattaa potilailla heijastaa myös laajemmin omaan tilanteeseen liittyvän sopeutumisprosessin ja oiretiedostuksen keskeneräisyyttä sekä epävarmuutta siitä mikä omalla kohdalla on kuntoutuksellisesti keskeisintä.

Kliinisen kokemuksen mukaan on kuitenkin mahdollista, että jotkut potilaat eivät pidä

tietokoneella suoritettavista harjoituksista, vaikka tietäisivätkin niiden olevan hyödyllisiä kognitiivisen suoriutumisen vahvistumisen kannalta. Jotkut potilaista eivät ehkä ole tottuneet työskentelemään tietokoneen kanssa tai ovat tottuneet tekemään enemmän fyysisesti aktiivisempia suorituksia, joista sairastumisensa jälkeen käyvät luopumistyötä ja sormilla näpytellen työskentely ei motivoi. Työelämään paluun suunnitteleminen ja tämän paluumahdollisuuden olemassaolo saattaa olla joillekin potilaille motivoiva tekijä kuntoutuksessa.

Liikunnalla voi myös olla merkitystä työmuistikuntoutuksen vaikuttavuuden kannalta ja liikunnallinen aktiivisuus ja yritteliäisyys voivat kuvastaa jopa taustalla olevaa itsehoidon motivaatiota. Fyysisten harjoitteiden on kuvattu voivan vaikuttaa kognitiivisiin funktioihin, kuten iäkkäämmillä aikuisilla tämänkaltaisen aktiviteetin (Colcombe & Kramer, 2003) on todettu kohentavan kognitiivista suoriutumista.

### *Työmuistiharjoitusjakson pituus*

Työmuistiharjoittelujakson pituuden on katsottu olevan usein yhteydessä harjoitusten vaikuttavuuteen (Basak, Boot, Voss, & Kramer, 2008; Hempel ym., 2004; Jaeggi ym., 2008). Monissa työmuistitutkimuksissa työmuistin päivittämiseen kohdentuneen harjoittelun kesto on ollut ainakin viisi viikkoa (esim. Bäckman ym., 2011).

Weickerin työryhmän (2015) laajassa meta-analysissä selvisi, että tutkimukset, joissa työmuistiharjoittelutuokioita järjestettiin yli 20, tuottivat merkittävästi isompia vaikuttavuuden efektikokoja kuin tutkimukset, joissa oli vähemmän kuin 20 harjoittelutilannetta. Lisäksi havaittiin merkittävä ero 15 kertaa harjoitelleiden ja 25 kertaa harjoitelleiden ryhmien välillä ja lähes merkittävä ero 20-25 sekä yli 25 kertaa harjoitelleiden välillä siten, että mitä enemmän harjoiteltiin, sitä enemmän työmuistiharjoittelun hyötyjä saavutettiin. Alle 15 kertaa harjoittelua toteuttaneilla tutkimuksilla ei

saatu aikaan pidemmän aikavälin siirtovaikutuksia työmuistisuoriutumiseen.

Harjoittelukertojen määrällä oli sitäkin isompi merkitys, kun edellä mainitussa meta-analyysissä (Weicker, ym., 2015) todettiin, että harjoitteluun käytetyillä tunteilla ei niinkään ollut merkitystä, eli paljon harjoittelua ( $\geq 10$  tuntia) ja vähän ( $< 10$  tuntia) sisältäneet tutkimukset eivät eronneet vaikuttavuudessa.

Tehtävien vaikeustasoa pitäisi pystyä nostamaan harjoittelun edetessä, jotta yksilön työmuistisysteemiä voidaan haastaa riittävästi (Weicker ym., 2015). Joissakin tutkimuksissa harjoitusten vaativuustaso saattaa olla alunperinkin liian vaativa potilaille, jolloin vaativuustasoa ei voida nostaa ja harjoittelu ei ehkä ole optimaalisella tasolla, jotta se tuottaisi siirtovaikutuksia.

### *Vertailuryhmät*

Potilaiden kuntoutusprosessit, niiden kuormittavuus ja myös vertailuryhmien hyödynttäminen vaihtelevat eri tutkimuksissa. Osassa aiempia työmuistitutkimuksia ei ole ollut mukana potilasvertailuryhmiä (Hellgren ym., 2015; Johansson & Tornmalm, 2012; Serino ym., 2007; Westerberg & Klingberg, 2007), mutta toisissa taas on hyödynnetty eri tyyppisiä kontrolliryhmiä (Lundqvist ym. 2010; Westerberg, Jacobaeus ym., 2007; Åkerlund ym. 2013).

Potilaskontrolliryhmien ja -koeryhmien suorituksia vertailemalla voidaan tarkastella sitä vaikuttaako juuri työmuistiharjoittelu työmuistitoimintoihin. Ilman potilaskontrolliryhmien käyttöä aivovauriopotilailla toteutetuissa tutkimuksissa on mahdollista, että esimerkiksi työmuistiharjoittelun mahdolliset hyödyt ovatkin spontaania korjautumista tai johtuvat jostain muusta tekijästä kuin työmuistiharjoittelusta.

Joissakin potilaiden työmuistitutkimuksissa kontrolliryhmäpotilaat eivät suorita strukturoitua kuntoutusta, ja toisissa taas verrokeilla on omat harjoituksensa, jotka harjoit-

tavat muuta kuin työmuistia. Tutkimuksissa, joissa ei ole saavutettu työmuistikuntoutuksen siirtovaikutuksia, voi olla kyse siitä, että harjoitellut potilasryhmä kuormittuu kognitiivisesti ei-harjoitelleita verrokeja enemmän. AVH- ja AV-potilailla toteutetussa työmuistitutkimuksessa (Kumpuniemi, 2016) oli havaittavissa, että toiminnanohjauksen toimintatavan vaihtamisfunktiolla mitattuna harjoitellut potilasryhmä jopa heikensi suoriutumistaan ei-harjoitelleisiin kontroleihin verrattuna. Kyseisessä tutkimuksessa ei tullut esiin työmuistikuntoutuksen siirtovaikutuksia verrattain lyhyen, kahdeksan kerran, harjoitusintervention jälkeen. Aivovauriopotilaat ovat usein herkkiä erilaisille kuormitustekijöille ja tiiviit kuntoutusohjelmat etenkin laitostuntoutusjaksojen yhteydessä, kuten em. tutkimuksessa, saattavat vaikeuttaa koeryhmäpotilaiden kognitiivista palautumista. Kuormittuvuuserojen poissulkemiseksi verrokeille luodut omat strukturoidut harjoitusohjelmat ovat työmuistitutkimuksissa hyödyllisiä.

### **Työmuistikuntoutuksen vaikutavuuden käytännön haasteet aivovauriopotilailla**

Aivovauriopotilailla yleensä on kliinisen käytännön mukaan usein kiire saavuttaa tavoitteitaan ja he saattavat hätäillä sairastumisensa jälkeen pian takaisin kotiympäristöönsä, työhönsä ja muihin sosiaaliin tai toiminnallisiin aktiviteetteihinsa. On ymmärrettävää kaivata takaisin elämää ja toimintakykyä, mikä oli vallitseva ennen vammautumista tai sairastumista, sillä elämänmuutokset, oireet ja emotionaalinen vuoristorata ovat yhtäkkisiä ja rajoittavia ja niihin on haastavaa sopeutua.

Odotetun kuntoutustuloksen saavuttaminen ei kuitenkaan ole aina helppo ja nopea prosessi, ei fyysisellä, kognitiivisella tai emotionaalisisella tasolla. Työmuistiharjoitusten vaikuttavuuden selvittäminen jokapäiväisen elämän tasolla on vaikeasti mi-

tattavissa, koska eivät vain monet kognitiivisen toimintakyvyn edellytykset, vaan myös ympäristö- ja yksilötekijät ovat kietoutuneet arkielämän moniin toimintoihin (Geusgens ym., 2007). Tutkimusten tuloskirjon perusteella työmuistikuntoutuksen vaikuttavuuden selvittäminen on haasteellista potilailla strukturoidummissa olosuhteissa.

Ihmisen luonnollinen elämänympäristö vaatii usein paljon tiedonkäsittelytoimintoilta ja niillä aivovauriopotilailla, jotka ovat kognitiivisesti aktiivisia, voidaan olettaa tapahtuvan osin ja ainakin vuoden aikajännteellä aivovauriosta myös spontaania korjautumista kognitiivisen toimintakyvyn edellytyksissä. Työmuistin kapasiteetin ja toiminnan sujuvuuden kohentuminen normaalissa arjessa vaatii kuitenkin erityistä ja jatkuvaluonteista työmuistifunktioiden käyttöä. Soveri, Laine, Hämäläinen ja Hugdahl (2011) ovat todenneet työmuistille käsitteellisesti ja toiminnallisesti läheisten toiminnanohjaustoimintojen kohdalla, että kahta kieltä arjessaan läpi elämänsä käyttävät ihmiset toteuttavat itse asiassa samalla toiminnanohjauksen harjoittamista, josta he myös hyötyvät. Toisessa tutkimuksessa Soveri, Rodriguez-Fornells ja Laine (2011) ovat todenneet, että mitä enemmän kahden kielen käytön välistä vaihtoa ihmisillä elämässään on ja mitä aiemmin kaksikielisyyttä on harjoitettu, sitä paremmaksi toiminnanohjaus voi kehittyä. Toisilla ihmisillä voi olla näin ollen paremmat edellytykset kognitiiviseen kuntoutumiseen myös aivovaurioiden jälkeen mikäli he harjoittavat jatkuvasti ja säännöllisesti jotain tiettyä kognitiivista prosessia normaalissa arjen käytännössään.

Luonnollisessa elämänympäristössä on vaikea tavoittaa intensiivistä ja jatkuvaluonteista kuntoutusta kohdentuen säännönmukaisesti juuri työmuistisuoriutumiseen, koska arkielämän, työn tai harrastusten vaatimukset edellyttävät usein monia eri kognitiivisia prosesseja samanaikaisesti työmuistitoiminnan kanssa ja väliintulevia

tekijöitä on lukemattomia. Oletettavaa on, että aktiivinen ote omaan tilanteeseen tai ainakin tukihenkilöiden olemassaolo lisäävät mahdollisuuksia kuntoutua millä tahansa osa-alueella, vaikka edistyminen olisikin haasteellista ja vaativaa. Oletettavaa on myös, että aktiivinen ja sinnikäs ote on hyödyksi myös työmuistikuntoutuksessa, sillä työmuistin kuntouttaminen voi vaatia pitkäjänteistä, kohdennettua ja strukturoitua harjoittelua.

Aivovauriopotilailla voimien ja kunnon tilanne sekä kuntoutuminen ei kuitenkaan etene aina yksinomaan nousujohteisesti, vaan kuntoutumisessa voi olla tasanteita ja taantumavaiheitakin, sillä aivovauriotilanteisiin voi linkittyä monia erilaisia somaattiseen terveydentilaan liittyviä haasteita, psyykkistä ja kognitiivista kuormittumista sekä psyko-sosiaalisia ongelmia ja sopeutumisvaikeuksia. Myös näillä tekijöillä saattaa olla merkitystä sen kannalta miksi kaikissa tutkimuksissa ei saavuteta selviä työmuistin päivittämisharjoittelun siirtovaiikutuksia.

### **Työmuistiharjoittelun hyödyt aivovauriopotilaille**

Työmuistiharjoittelun odotetaan tuottavan suotuisia siirtovaikutuksia etenkin siirtyen potilaiden arjen toiminnan tasolle mm. työ- ja toimintakykyyn sekä sosiaaliseen toimintaan ja tätä kautta mahdollisesti myös psyykkiseen hyvinvointiin. Olipa seurauksena sitten siirtovaikutuksia tai ei, potilaat, jotka saavat ja ottavat vastaan palautetta työmuistisuoriutumisestaan harjoittelujaksojen aikana ja näiden jaksojen jälkeen tulevat osaltaan paremmin tietoisiksi omista työmuistahaasteistaan. Jotkut voivat lisäksi esimerkiksi tunnistaa harjoitustuokioiden aikana oman jaksamistilanteensa ja tunnetilojensa vaikutuksia suoriutumiseensa. Osa potilaista voi kiinnostua työmuistifunktioiden harjoittamisesta laajemminkin ja heidän kanssaan on hyödyllistä käydä läpi vinkkejä koskien sitä miten työmuistia voi

kotioloissa harjoittaa mm. tietokone-  
menetelmillä.

### **Aivovauriopotilaiden työmuistikun- toutuksessa huomioitavaa**

Aivovauriopotilailla toteutettavien tutkimusten yhteydessä on ensinnäkin jatkossa hyvä selvittää ennen tutkimuksen aloittamista potilaille optimaalinen suoritustaso kaikkien tehtävien vaatimusten osalta. Työmuistiarviointien ja -harjoitusten tehtävien olisi hyvä olla samankaltaisia ainakin ärsykkeiden esitysnopeuden ja vastausten antamiseen liitettävän aikarajoitteen tai aikarajoittamattomuuden suhteen. Lisäksi työmuistiharjoitustehtävien osalta olisi hyvä kartoittaa potilaille soveltuvat aloitustasot, jotta harjoitusohjelma ei olisi alunperinkään liian helppo eikä liian vaativa ja, jotta harjoitusten vaativuutta voitaisiin adaptiivisen menetelmän mukaisesti nostaa potilaiden riittävän kognitiivisen ponnistelutason ylläpitämiseksi.

Toiseksi, erityisesti työmuistisuoriutumisen, mutta myös muunlaisen kognitiivisen suoriutumisen laajempi lähtötason arviointi olisi paikallaan. Tätä kautta potilaat voitaisiin tarvittaessa jakaa tasoryhmiin tai valikoida osallistujiksi tietyn työmuistisuoriutumisen tason perusteella. Lisäksi laajemman lähtötason arvioinnin myötä tietyn tyyppisten oirekokonaisuuksien merkitystä työmuistiharjoittelusta hyötymisen kannalta voitaisiin selvittää tarkemmin. Erityisen tärkeää on kartoittaa kognitiivista oirekuvaa lähtötilanteessa laajemmin neuropsykologisilla menetelmillä kielellisen ohella myös visuaalisen työmuistikapasiteetin osalta, mutta lisäksi laajempi toiminnanohjaussuoriutumisen ja muun kognitiivisen profiilin selvittäminen voisi olla hyödyllistä. Lisäksi potilaiden koetun kognitiivisen kuormittumisen ja väsymysoireiden tilannetta olisi hyvä arvioida ja seurata tutkimusten aikana tarkemmin.

Kolmanneksi aivovauriopotilaille tietokone-  
menetelmin toteutettavissa työmuistitutki-

muksissa olisi hyvä järjestää potilaskontrolliryhmille strukturoitua ja kognitiivista tietokoneavusteista lisäohjelmaa, joka ei sisältäisi kuitenkaan työmuistiharjoittelua. Näin saataisiin mahdollisesti vielä paremmin esiin juuri työmuistiharjoitusten vaikuttavuutta ja voitaisiin kontrolloida myös koe- ja kontrolliryhmien kognitiivista kuormittavuutta paremmin.

Lisäksi laitosympäristöissä toteutettavissa aivovauriopotilastutkimuksissa on hyvä huomioida, että tiiviiden laitospotilaskuntoutusjaksojen yhteyteen nivotut työmuistiharjoittelustunnot luovat omat haasteensa aikataulujen organisoimiseen. Riittävät tauot ja lepoaikat ovat aivovauriopotilaille erittäin merkityksellisiä kuntoutuksellisten hyötyjen saavuttamiseksi ja voimavarojen tasapainon ylläpitämiseksi. Aikataulujen joustavuus olisi myös olennaista potilaiden kanssa, sillä joskus heillä nousee suoriutumisen yhteydessä esiin huomioita tai emotionaalisia reaktioita koskien sopeutumislannettaan tai omia sairastumiseen liittyviä muutoksia, joita olisi hyvä hetki käsitellä harjoituksen tai testitilanteen jälkeen potilaan psyykkisen voinnin kannalta tarkoituksenmukaisella tavalla.

Tulevaisuudessa työmuistin kuntouttamiseen liittyvien tutkimusten yhteydessä olisi mielenkiintoista selvittää aivovauriopotilaiden omatoimisen liikunnallisen aktiviteetin ja ohjatun liikunnan mahdollisuuksien ja määrien mahdollista yhteyttä työmuistisuoriutumiseen ja työmuistifunktioiden kohentamiseen. Lisäksi jatkossa olisi kiinnostavaa tutkia aivovauriopotilailla visuo-spatiaalisen työmuistiharjoittelun hyötyjä verrattuna kielelliseen harjoitteluun. Huomion arvoista on myös, että kielellisistä vaikeuksista kärsivillä potilailla voisi olla paremmat mahdollisuudet osallistua sellaisiin tutkimuksiin ja hyötyä sellaisista kuntoutusohjelmista, joissa käytetään visuo-spatiaalista harjoittelumateriaalia.

Tulevaisuuden työmuistitutkimusten tehtävänä on kartoittaa myös tarkemmin millaiset tekijät aivovauriopotilaiden elämässä

sekä voinnin ja hoitokontaktien kokonaisuudessa ovat yhteydessä sairastumisen tai vammautumisen jälkeen työmuistisuoriutumisen kohentamiseen. On mahdollista, että tietynlaiset hoitokokonaisuudet tai työelämänsä olo ja sinne paluun mahdollisuus yhdistettynä potilaan yksilöllisiin ominaisuuksiin ja aktiiviseen kuntoutusotteeseen voivat edistää työmuistin kuntoutumista ja varsinaisesta työmuistikuntoutuksesta hyötymistä. Työmuistin spontaania korjautumista on todettu AVH-potilailla mm. audiitiivisessa työmuistissa noin vuoden seurannassa (Sola, 2014), mutta visuospatiaalisen työmuistin spontaanista korjautumisesta on vähemmän tietoa. Työmuistisuoriutuminen voi näin ollen kohentua jossain määrin ja jonkin aikaa sairastumisen tai vammautumisen jälkeen spontaanistikin, mutta lisää tutkimuksia tarvitaan aivovauriopotilailla edelleen, jotta voidaan todentaa tapahtuuko potilailla tietynlaisen työmuistin kuntoutumisen ja kohdenetun työmuistin kuntouttamisen siirtovaihtokuituksia työmuistiin ja muihin kognitiivisen toimintakyvyn edellytyksiin sekä siirtyvätkö hyödyt arjen toimintakyvyn tai psyykkisen hyvinvoinnin tasolle.

#### 4.6 Lopuksi

Tämän hetken tutkimustiedon valossa aivovauriopotilaiden työmuistisuoriutumisen vahvistamiseksi alle kymmenen kerran harjoittelujakso ei näyttäisi riittävältä ja useita tutkimusasetelmaan liittyviä seikkoja tulee jatkossa huomioida aivovauriopotilaiden työmuistitutkimuksia suunniteltaessa. Tämän hetken tieteellisen kirjallisuuden havaintojen perusteella ei voida suositella pelkästään tietokonemenetelmistä lyhyttä interventiota aivovauriopotilaiden työmuistikuntoutukseen, mutta harjoittelu yhdistettynä ammattihenkilön tukeen voi auttaa aivovauriopotilaita tiedostamaan heillä usein esiintyviä työmuistiongelmia paremmin ja helpottaa löytämään keinoja työmuistihäasteiden kanssa selviytymiseen. Aivovauriopotilaiden työmuistikuntoutuksen

pulmakohtia tutkimalla ja kehittämällä voidaan mahdollisesti tulevaisuudessa saada koostettua työmuistikuntoutuskokonaisuuksia, jotka ovat motivoivia ja tehokkaita vahvistamaan potilaiden itsenäisen toimintakyvyn kannalta olennaisia työmuisti- ja toiminnanohjaustaitoja ja, joita potilaat voivat toteuttaa neuropsykologisen kuntoutuksen tapaamisten ohella myös muissa soveltuvissa arjen ympäristöissään.

Marika Kumpuniemi  
Helsingin yliopisto

#### LÄHTEET

- Aivoliitto (2016). Perustietoa aivoverenkiertohäiriöstä (viitattu 27.1.2016). Saatavilla internetissä: [www.aivoliitto.fi](http://www.aivoliitto.fi)
- Aivovamman Käypä hoito -suositus (2008). Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Neurologisen yhdistys ry:n, Societas Medicinæ Physicæ et Rehabilitationis Fenniae ry:n, Suomen Neurokirurgisen yhdistyksen, Suomen Neuropsykologisen yhdistyksen ja Suomen Vakuutuslääkärin yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, julkaistu 16.12.2008 (viitattu 27.1.2016). Saatavilla Internetissä: [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)
- Aivovaurio.fi (2016). Aivovamma/kuntoutus (viitattu 27.1.2016). Saatavilla internetissä: [www.aivovaurio.fi](http://www.aivovaurio.fi)
- Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106, 20–29.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H. J., & Elliott, J. E. (2009). The cognitive and behavioural characteristics of children with low working memory. *Child Development*, 80, 606–621.
- Ando, J., Ono, Y., & Wright, M. J. (2001). Genetic structure of spatial and verbal working memory. *Behavior Genetics*, 31, 615–624.
- Au, J., Sheehan, E., Tsai, N., Duncan, G. J., Buschkuhl, M., & Jaeggi, S. M. (2015). Improving fluid intelligence with training on working memory: a meta-analysis. *Psychonomic Bulletin Review*, 22, 366–377.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556–559.
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49, 5–28.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417–423.

- Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, 189–208.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. Teoksessa G. H. Bower (toim.), *The Psychology of learning and motivation* (s. 47–89). New York, NY: Academic Press.
- Basak, C., Boot, W. R., Voss, M. W., & Kramer, A. F. (2008). Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults? *Psychology and Aging*, 23, 765–777.
- von Bastian, C. C., Langer, N., Jäncke, L., & Oberauer, K. (2013). Effects of working memory training in young and old adults. *Memory & Cognition*, 41, 611–624.
- von Bastian, C. C., & Oberauer, K. (2013). Distinct transfer effects of training different facets of working memory capacity. *Journal of Memory and Language*, 69, 36–58.
- von Bastian, C. C., & Oberauer, K. (2014). Effects and mechanisms of working memory training: A review. *Psychological Research*, 78, 803–820.
- Bergman Nutley, S., Söderqvist, S., Bryde, S., Thorrell, L. B., Humphreys, K., & Klingberg, T. (2011). Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: a controlled, randomized study. *Developmental Science*, 14, 591–601.
- Bialkova S., & Oberauer K. (2010). Direct access to working memory contents. *Experimental Psychology*, 57, 383–389.
- Bittner, R. M., & Crowe, S. F. (2007). The relationship between working memory, processing speed, verbal comprehension and FAS performance following traumatic brain injury. *Brain Injury*, 21, 709–719.
- Björkdahl, A., Åkerlund, E., Svensson, S., & Esbjörnsson, E. (2013). A randomized study of computerized working memory training and effects on functioning in everyday life for patients with brain injury. *Brain Injury*, 27, 1658–1665.
- Blokland, G. A. M., McMahon, K. L., Thompson, P. M., Martin, N. G., de Zubicaray, G. I., & Wright, M. J. (2011). Heritability of working memory brain activation. *The Journal of Neuroscience*, 31, 10882–10890.
- Braver, T. S., & Barch, D. M. (2002). A theory of cognitive control, aging cognition, and neuro-modulation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 809–817.
- Brehmer, Y., Westerberg, H., & Bäckman, L. (2012). Working memory training in younger and older adults: training gains, transfer, and maintenance. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 63.
- Brooks, J., Fos, L. A., Greve, K. W., & Hammond, J. S. (1999). Assessment of executive function in patients with mild traumatic brain injury. *The Journal of Trauma*, 46, 159–163.
- Buschkuhl, M., & Jaeggi, S. M. (2010). Improving intelligence: a literature review. *Swiss Medical Weekly*, 140, 266–272.
- Buschkuhl, M., Jaeggi, S. M., & Jonides, J. (2012). Neuronal effects following working memory training. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2, 167–179.
- Bäckman, L., & Nyberg, L. (2013). Dopamine and training-related working-memory improvement. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37, 2209–2219.
- Bäckman, L., Nyberg, L., Soveri, A., Johansson, J., Andersson, M., Dahlin, E., Neely, A. S., Virta, J., Laine, M., & Rinne, J. O. (2011). Effects of working-memory training on striatal dopamine release. *Science*, 333, 718.
- Carlson, S., Martinkauppi, S., Rämä, P., Salli, E., Korvenoja, A., & Aronen, H. J. (1998). Distribution of cortical activation during visuospatial n-back tasks as revealed by functional magnetic resonance imaging. *Cerebral Cortex*, 8, 743–752.
- Chacko, A., Bedard, A. C., Marks, D. J., Feirsen, N., Uderman, J. Z., Chimiklis, A., Rajwan E., Cornwell, M., Anderson, L., Zwillig, A., & Ramon, M. (2014). A randomized clinical trial of Cogmed working memory training in school-age children with ADHD: A replication in a diverse sample using a control condition. *The Journal of Child Psychology & Psychiatry*, 55, 247–253.
- Chan, R. C. (2002). Attentional deficits in patients with persisting postconcussive complaints: A general deficit or specific component deficit? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24, 1081–1093.
- Chein, J. M., & Morrison, A. B. (2010). Expanding the mind’s workspace: Training and transfer effects with a complex working memory span task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17, 193–199.
- Chung, C. S. Y., Pollock, A., Campbell, T., Durward, B. R., & Hagen, S. (2013). Cognitive rehabilitation for executive dysfunction in adults with stroke or other adult non-progressive acquired brain damage. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4, CD008391.
- Cicerone, K. D. (2002). Remediation of ‘working attention’ in mild traumatic brain injury. *Brain Injury*, 16, 185–195.
- Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Kalmar, K., Langenbahn, D. M., Malec, J. F., Berquist, T. F., Felicetti, T., Giacino, J. T., Harley, J. P., Harrington, D. E., Herzog J., Kneipp, S., Laatsch, L., & Morse P. A. (2000). Evidence based cognitive rehabilitation: Recommendations for clinical practice. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81, 1596–1599.
- Cicerone, K. D., Langenbahn, D. M., Braden, C., Malec, J. F., Kalmar, K., Fraas, M., Felicetti, T., Laatsch, L., Preston Harley, J., Bergquist, T., Azulay, J., Cantor, J., & Ashman, T. (2011). Evidence-based cognitive rehabilitation: Updated review of the literature from 2003 through 2008. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92, 519–530.
- Clarys, D., Bugaiska, A., Tapia, G., & Baudouin, A. (2009). Ageing, remembering, and executive function. *Memory*, 17, 158–168.
- Cohen, J. D., Forman, S. D., Braver, T. S., Casey, B. J., Servan-Schreiber, D., & Noll, D. C. (1994).

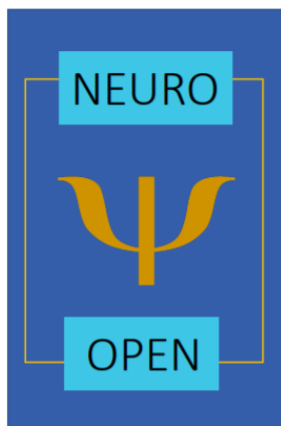
- Activation of the prefrontal cortex in a nonspatial working memory task with functional MRI. *Human Brain Mapping*, 1, 293–304.
- Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science*, 14, 125–130.
- Conway, A. R. A., & Getz, S. J. (2010). Cognitive ability: Does working memory training enhance intelligence? *Current Biology*, 20, 362–364.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: a reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 87–185.
- Cowan, N. (2010). The Magical Mystery Four. How is working memory capacity limited and why? *Current Directions in Psychological Science*, 19, 51–57.
- Cowan, N., & Alloway, T. P. (2008). The development of working memory. Teoksessa N. Cowan (toim.), *Development of memory in childhood* (2. painos, s. 303–342). Hove, UK: Psychology Press.
- Craik, F. I., Winocur, G., Palmer, H., Binns, M. A., Edwards, M., Bridges, K., Glazer, P., Chavannes, R., & Stuss, D. T. (2007). Cognitive rehabilitation in the elderly: Effects on memory. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13, 132–142.
- Crawford, S., Wenden, F., & Wade, D. T. (1996). The Rivermead head injury follow up questionnaire: A study of a new rating scale and other measures to evaluate outcomes after head injury. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 60, 510–514.
- Curtiss, G., Vanderploeg, R. D., Spencer, J., & Salazar, A. M. (2001). Patterns of verbal learning and memory in traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 7, 574–585.
- Dahlin, E. (2009). *Train your Brain - Updating, Transfer, and Neural Changes*. Doctoral dissertation. The Department of Integrative Medical Biology, section for Physiology. Umeå University: Umeå.
- Dahlin, E., Nyberg, L., Bäckman, L., & Stigsdotter Neely, A. (2008). Plasticity of executive functioning in young and older adults: Immediate training gains, transfer, and long-term maintenance. *Psychology and Aging*, 23, 720–730. doi:10.1037/a0014296
- Dahlin, E., Stigsdotter Neely, A., Larsson, A., Bäckman, L., & Nyberg, L. (2008). Transfer of learning After Updating Training Mediated by the Striatum. *Science*, 320, 1510–1512.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working-memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450–466.
- Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3, 422–433.
- Davidson, P. S. R., Troyer, A., & Moscovitch, M. (2006). Frontal lobe contributions to recognition and recall. Linking basic research with clinical evaluation and remediation. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12, 210–223.
- D'Esposito, M., Postle, B., & Rypma, B. (2000). Prefrontal cortical contributions to working memory: Evidence from event-related fMRI studies. *Experimental Brain Research*, 133, 3–11.
- Duncan, J., & Owen, A. M. (2000). Common regions of the human frontal lobe recruited by diverse cognitive demands. *Trends in Neurosciences*, 23, 475–483.
- Ferguson, M. C., & Rice, M. S. (2001). The effect of contextual relevance on motor skill transfer. *American Journal of Occupational Therapy*, 55, 558–565.
- Fisk, J. E., & Sharp, C. A. (2004). Age-related impairment in executive functioning: updating, inhibition, shifting, and access. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26, 874–890.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., Defries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, 17, 172–179.
- Gansler, D. A., Covall, S., McGrath, N., & Oscar-Berman, M. (1996). Measures of prefrontal dysfunction after closed head injury. *Brain and Cognition*, 30, 194–204.
- Geusgens, C. A., Winkens, I., van Heugten, C. M., Jolles, J., & van den Heuvel, W. J. (2007). Occurrence and measurement of transfer in cognitive rehabilitation: A critical review. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 39, 425–439.
- Hellgren, L., Samuelsson, K., Lundqvist, A., & Börso, B. (2015). Computerized training of working memory for patients with acquired brain injury. *Open Journal of Therapy and Rehabilitation*, 3, 46–55.
- Hempel, A., Giesel, F. L., Garcia Caraballo, N. M., Amann, M., Meyer, H., Wüstenberg, T., Essig, M., & Schröder, J. (2004). Plasticity of cortical activation related to working memory during training. *The American Journal of Psychiatry*, 161, 745–747.
- Hinkeldey, N. S., & Corrigan, J. D. (1990). The structure of head-injured patients' neurobehavioral complaints: A preliminary study. *Brain Injury*, 4, 115–133.
- Holmes, J., Gathercole, S. E., & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12, 9–15.
- Holmes, J., Gathercole, S. E., Place, M., Dunning, D. L., Hilton, K. A., & Elliott, J. G. (2010). Working memory deficits can be overcome: impacts of training and medication on working memory in children with ADHD. *Applied Cognitive Psychology*, 24, 827–836.
- Hubacher, M., Weiland, M., Calabrese, P., Stoppe, G., Stöcklin, M., Fischer-Barnicol, D., Opwis, K.,

- & Penner, I. K. (2013). Working Memory Training in Patients with Chronic Schizophrenia: A Pilot Study. *Psychiatry Journal*, ID: 154867.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 6829–6833.
- Johansson, B., Berglund, P., & Rönnbäck, L. (2009). Mental fatigue and impaired information processing after mild and moderate traumatic brain injury. *Brain Injury*, 23, 1027–1040.
- Johansson, B., & Tornmalm, M. (2012). Working memory training for patients with acquired brain injury: effects in daily life. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 19, 176–183.
- Jokinen, H., Melkas, S., Ylikoski, R., Pohjasvaara, T., Kaste, M., Erkinjuntti, T., & Hietanen, M. (2015). Post-stroke cognitive impairment is common even after successful clinical recovery. *European Journal of Neurology*, 22, 1288–1294.
- Jolles, D. D., Grol, M. J., Van Buchem, M. A., Rombouts, S. A., & Crone, E. A. (2010). Practice effects in the brain: Changes in cerebral activation after working memory practice depend on task demands. *Neuroimage*, 52, 658–668.
- Jonides, J. (2004). How does practice make perfect? *Nature Neuroscience*, 7, 10–11.
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17, 213–233.
- Kane, M. J., Brown, L. H., McVay, J. C., Silvia, P. J., Myin-Germeys, I., & Kwapil, T. R. (2007). For whom the mind wanders, and when: An experience-sampling study of working memory and executive control in daily life. *Psychological Science*, 18, 614–621.
- Karbach, J., & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science*, 12, 978–990.
- Karbach, J., & Verhaeghen, P. (2014). Making working memory work: A meta-analysis of executive-control and working memory training in older adults. *Psychological Science*, 25, 2027–2037.
- Kennedy, M. R., Coelho, C., Turkstra, L., Ylvisaker, M., Moore Sohlberg, M., Yorkston, K., Chiou, H. H., & Kan, P. F. (2008). Intervention for executive functions after traumatic brain injury: A systematic review, meta-analysis and clinical recommendations. *Neuropsychological Rehabilitation*, 18, 257–299.
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 317–324. doi:10.1016/j.tics.2010.05.002
- Klingberg (2012). Is working memory capacity fixed? *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 1, 194–196. doi:10.1016/j.jar-mac.2012.07.004.
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., Gillberg, C. G., Forsberg, H., & Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD – A Randomized, Controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44, 177–186.
- Klingberg, T., Forsberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24, 781–791.
- Klingberg, T., & Roland, P. E. (1998). Right prefrontal activation during encoding, but not during retrieval, in a non-verbal paired associates task. *Cerebral Cortex*, 8, 73–79.
- Kolb, B., & Whishaw, I. (2009). *Fundamentals of Human Neuropsychology* (6. painos). New York: Worth Publishers.
- Kremen, W. S., Jacobsen, K. C., Xian, H., Eisen, S. A., Eaves, L. J., Tsuang, M. T., & Lyons, M. J. (2007). Genetics of verbal working memory processes: A twin study of middle-aged men. *Neuropsychology*, 21, 569–580.
- Kumpuniemi, M. (2016). Työmuistikuntoutuskokeilu aivoverenkiertohäiriö- ja aivovammapotilailla. Psykologian liusensiaatin tutkimus. Yhteiskuntatieteellinen tiedekunta, Psykologia. Turun yliopisto: Turku.
- Kyllönen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?! *Intelligence*, 14, 389–433.
- Lezak, M. D. (1982) The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, 17, 281–297.
- Lundqvist A., Grundström, K., Samuelsson, K., & Rönnbäck, J. (2010). Computerized training of working memory in a group of patients suffering from acquired brain injury. *Brain Injury*, 24, 1173–1183.
- Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. New York, NY: Basic Books.
- Lustig, C., Shah, P., Seidler, R., & Reuter-Lorenz, P. A. (2009). Aging, training, and the brain: A review and future directions. *Neuropsychology Review*, 19, 504–522.
- Lövdén, M., Bäckman, L., Lindenberger, U., Schaefer, S., & Schmiedek, F. (2010). A Theoretical framework for the study of adult cognitive plasticity. *Psychological Bulletin*, 136, 659–676.
- Mangels, J. A., Craik, F. I. M., Levine, B., Schwartz, M. L., & Stuss, D. T. (2002). Effects of divided attention on episodic memory in chronic traumatic brain injury: A function of severity and strategy. *Neuropsychologia*, 40, 2369–2385.
- Manly, T., & Murphy, F. C. (2012). Rehabilitation of executive function and social cognition impairments after brain injury. *Current Opinion in Neurology*, 25, 656–661.
- Mateer, C., Sohlberg, M. M., & Crinean, J. A. (1987). Focus on clinical research: Perceptions of memory function in closed head injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 2, 74–84.
- Mateer, C., Sohlberg, M. M., & Youngman, P. K. (1990). The management of acquired attention and memory deficits. Teoksessa R. L. Wood & I.



- Fussey (toim.), *Cognitive rehabilitation in perspective* (s. 68–95). New York: Taylor & Francis.
- McNab, F., Varrone, A., Farde, L., Jucaite, A., Bystritsky, P., Forssberg, H., & Klingberg, T. (2009). Changes in cortical dopamine D1 receptor binding associated with cognitive training. *Science*, 323, 800–802.
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49, 270–291.
- Miller, G. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review*, 63, 81–97.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Mojzisch, A., Krumm, S., & Schultze, T. (2014). Do high working memory groups perform better? A conceptual approach linking individual differences in working memory capacity to group performance. *Journal of Personnel Psychology*, 13, 134–145.
- Morris, N., & Jones, D. M. (1990). Memory updating in working memory: The role of the central executive. *British Journal of Psychology*, 81, 111–121.
- Morrison, A. B., & Chein, J. M. (2011). Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychonomic Bulletin and Review*, 18, 46–60.
- Neubauer, A. C., Bergner, S., & Schatz, M. (2010). Two- vs. three-dimensional presentation of mental rotation tasks: sex differences and effects of training on performance and brain activation. *Intelligence*, 38, 529–539.
- Nikolic, D., & Singer, W. (2007). Creation of visual long-term memory. *Perception & Psychophysics*, 69, 904–912.
- Oberauer, K., Süß, H.-M., Schulze, R., Wilhelm, O., & Wittmann, W. W. (2000). Working memory capacity - Facets of a cognitive ability construct. *Personality and Individual Differences*, 29, 1017–1045.
- Oberauer, K., Süß, H.-M., Wilhelm, O., & Wittmann, W. W. (2008). Which working memory functions predict intelligence? *Intelligence*, 36, 641–652.
- Olesen, P. J., Westerberg, H., & Klingberg, T. (2004). Increased prefrontal and parietal activity after training of working memory. *Nature Neuroscience*, 7, 75–79.
- Owen, A. M., Hampshire, A., Grahn, J. A., Stenton, R., Dajani, S., Burns, A. S., Howard, R. J., & Ballard, C. G. (2010). Putting brain training to the test. *Nature*, 465, 775–778.
- Park, N. W., Moscovitch, M., & Robertson, I. H. (1999). Divided attention impairments after traumatic brain injury. *Neuropsychologia*, 37, 1119–1133.
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1992). *Transfer of Learning*. International Encyclopedia of Education (2. painos). Oxford, England: Pergamon Press.
- Peterson, L., & Peterson, M. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 193–198.
- Pickering, S. J. (2006). *Working Memory and Education*. Burlington, MA: Academic Press.
- Podell, J. E., Sambataro, F., Murty, V. P., Emery, M. R., Tong, Y., Das, S., Goldberg, T. E., Weinberger, D. R., & Mattay, V. S. (2012). Neurophysiological correlates of age-related changes in working memory updating. *Neuroimage*, 62, 2151–2160.
- Pollack, I., Johnson, L., & Knaft, P. (1959). Running memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 57, 137–146.
- Prigatano, G. P. (1999). *Principles of neuropsychological rehabilitation*. New York, NY: Oxford University Press.
- Redick, T. S., Shipstead, Z., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Fried, D. E., Hambrick, D. Z., & Engle, R. W. (2013). No evidence of intelligence improvement after working memory training: A randomized, placebo-controlled study. *Journal of Experimental Psychology: General*, 142, 359–379.
- Richmond, L. L., Morrison, A. B., Chein, J. M., & Olson, I. R. (2011). Working memory training and transfer in older adults. *Psychology and Aging*, 26, 813–822.
- Robertson, I. H., & Murre, J. M. (1999). Rehabilitation of brain damage: Brain plasticity and principles of guided recovery. *Psychological Bulletin*, 125, 544–575.
- Rosti-Otajärvi, E. M., & Hämäläinen, P. I. (2014). *Neuropsychological rehabilitation for multiple sclerosis*. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2, CD009131.
- Salthouse, T. A. (1990). Working memory as a processing resource in cognitive aging. *Developmental Review*, 10, 101–124.
- Schmeichel, B. J., Volokhov, R. N., & Demaree, H. A. (2008). Working memory capacity and the self-regulation of emotional expression and experience. *Journal of Personality and Social Psychology*, 95, 1526–1540.
- Serino, A., Ciaramelli, E., Santantonio, A. D., & Ládavas E. (2007). A pilot study for rehabilitation of central executive deficits after traumatic brain injury. *Brain Injury*, 21, 11–19.
- Shah, P., & Miyake, A. (1999). Models of working memory: An introduction. Teoksessa A. Miyake & P. Shah (toim.), *Models of working memory: Mechanism of active maintenance and executive control* (s. 1–27). New York, NY: Cambridge University Press.
- Shell, D. F., Brooks, D. W., Trainin, G., Wilson, K. M., Kauffman, D. G., & Herr, L. M. (2010). The unified learning model: How motivational, cognitive, and neurobiological sciences inform best teaching practices. Heidelberg, London, New York: Springer Dordrecht.

- Shing, Y. L., Schmiedek, F., Lövdén, M., & Lindenberger, U. (2012). Memory updating practice across 100 days in the COGITO study. *Psychology and Aging, 27*, 451–461.
- Shipstead, Z., Hicks, K. L., & Engle, R. W. (2012). Cogmed working memory training: Does the evidence support the claims? *Journal of Applied Research in Memory and Cognition, 1*, 185–193.
- Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2010). Does working memory training generalize? *Psychologica Belgica, 50*, 245–276.
- Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2012). Is working memory training effective? *Psychological Bulletin, 138*, 628–654.
- Shute, V. (1991). Who is likely to acquire programming skills? *Journal of Educational Computing Research, 7*, 1–24.
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science, 283*, 1657–1661.
- Sohlberg, M. M., McLaughlin, K. A., Pavese, A., Heidrich, A., & Posner, M. I. (2000). Evaluation of attention process training and brain injury education in persons with acquired brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 22*, 656–676.
- Sola, T. (2014). Aivoinfarktipotilaiden työmuistin spontaani kuntoutuminen kuuden ja 12 kuukauden seurannassa. Pro gradu. Yhteiskunta- ja kulttuuritieteiden yksikkö. Tampereen yliopisto: Tampere.
- Soveri, A., Laine, M., Hämäläinen, H., & Hugdahl, K. (2011). Bilingual advantage in attentional control: Evidence from the forced-attention dichotic-listening paradigm. *Bilingualism: Language and Cognition, 14*, 371–378.
- Soveri, A., Rodriguez-Fornells, A., & Laine, M. (2011). Is there a relationship between language switching and executive functions in bilingualism? Introducing a within-group analysis approach. *Frontiers in Psychology, 2*, 183.
- Stuss, D. T. (2011). Traumatic brain injury: relation to executive dysfunction and the frontal lobes. *Current Opinion Neurology, 24*, 584–589.
- Süß, H.-M., Oberauer, K., Wittmann, W. W., Wilhelm, O., & Schulze, R. (2002). Working-memory capacity explains reasoning ability – and a little bit more. *Intelligence, 30*, 261–288.
- Sylvester, C.-Y. C., Wager, T. D., Lacey, S. C., Hernandez, L., Nichols, T. E., Smith, E. E., & Jonides, J. (2003). Switching attention and resolving interference: fMRI measures of executive functions. *Neuropsychologia, 41*, 357–370.
- Tam, S.-F., & Man, W.-K. (2004). Evaluating computer-assisted memory retraining programmes for people with post-head injury amnesia. *Brain Injury, 18*, 461–470.
- Thorell, L. B., Lindqvist, S., Bergman Nutley, S., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in pre-school children. *Developmental Science, 12*, 106–113.
- Thorndike, E. L., & Woodworth, R. S. (1901). The influence of improvement in one mental function upon the efficiency of other functions. *Psychological Review, 8*, 247–261.
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). The nature of individual differences in working memory capacity: Active maintenance in primary memory and controlled search from secondary memory. *Psychological Review, 114*, 104–132.
- Vallat, C., Azouvi, P., Hardisson, H., Meffert, R., Tessier, C., & Pradat-Diehl, P. (2005). Rehabilitation of verbal working memory after left hemisphere stroke. *Brain Injury, 19*, 1157–1164.
- Vallat-Azouvi, C., Weber, T., Legrand, L., & Azouvi, P. (2007). Working memory after severe traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society, 13*, 770–780.
- Vogt, A., Kappos, L., Calabrese, P., Stöcklin, M., Gschwind, L., Opwis, K., & Penner, I. K. (2009). Working memory training in patients with multiple sclerosis: A comparison of two different training schedules. *Restorative Neurology and Neuroscience, 27*, 225–235.
- Wechsler, D. (2012). WMS-IV -käsikirja. Helsinki: Psykologien Kustannus Oy.
- Weicker, J., Villringer, A., & Thöne-Otto, A. (2015). Can impaired working memory functioning be improved by training? A meta-analysis with a special focus on brain injured patients. *Neuropsychology, 30*, 190–212.
- Westerberg, H., Jacobaeus, H., Hirvikoski, T., Clevberger, P., Ostensson, M. L., Bartfai, A., & Klingberg, T. (2007). Computerized working memory training after stroke – A pilot study. *Brain Injury, 21*, 21–29.
- Westerberg, H., & Klingberg, T. (2007). Changes in cortical activity after training of working memory – A single-subject analysis. *Physiology & Behavior, 92*, 186–192.
- Wilson, B. A. (2008). Neuropsychological rehabilitation. *Annual Review of Clinical Psychology, 4*, 141–162.
- Wright, M. J., De Geus, E., Ando, J., Luciano, M., Posthuma, D., Ono, Y., Hansell, N., Van Baal C., Hiraishi, K., Hasegawa, T., Smith, G., Geffen, G., Geffen, L., Kanba, S., Miyake, A., Martin, N., & Boomsma, D. (2001). Genetics of cognition: Outline of a collaborative twin study. *Twin Research, 4*, 48–56.
- Ylinen, A., Jäkälä, P., & Hänninen, T. (2006). Kognitiivisten toimintojen neurobiologinen tausta. Teoksessa T. Erkinjuntti, K. Alhainen, J. Rinne & H. Soininen (toim.), *Muistihäiriöt ja dementia* (s. 60–77). Helsinki: Duodecim.
- Yntema, D. B. (1963). Keeping track of several things at once. *Human factors, 5*, 7-17.
- Åkerlund, E., Esbjörnsson, E., Sunnerhagen, K. S., & Björkdahl, A. (2013). Can computerized working memory training improve impaired working memory, cognition and psychological health? *Brain Injury, 27*, 1649–1657.



# NEUROPSY OPEN

Helsingin yliopisto, University of Helsinki, 1/2021

---

## Toimituksen valinnat

Toimituksen valinnat on Neuropsy Open -lehden vakiopalsta, jossa toimituksen jäsenet nostavat esiin kliinisen neuropsykologian alan viimeaikaisia väitöskirjoja, liseniaatintöitä ja pro gradu -tutkielmia. Tässä lehden kolmannessa numerossa toimituksen valinnat kohdentuvat kuntoutukseen liittyviin teemoihin.

## VÄITÖSKIRJOJA

Kuntoutusta käsitteleviä viimeaikaisia väitöskirjoja on **Jaana Sarajuuren** työ *Comprehensive-holistic neurorehabilitation, outcomes and their subjective appraisal in adults with traumatic brain injury* (<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-6413-1>)

Väitöstyössä selvitettiin kokonaisvaltaisholistisen neuropsykologisesti painotuneen moniammatillisen kuntoutusohjelman sovelluksen (CHRP) vaikutusta aivovammapotilaiden psykososiaaliseen toimintakykyyn, subjektiivisesti arvioitujen ja objektiivisesti mitattavien vaikutusten yhteyksiä sekä kognitiivisen ja motorisen suoriutumisen välisiä yhteyksiä.

Ensimmäisen osatyön aineisto koostui 19 aikuispotilaasta, joilla oli postakuutin vaiheen keskivaikea tai vaikea aivovamma ja jotka osallistuivat kuusi viikkoa kestävään CHRP-kuntoutukseen.

Verrokkeina toimi 20 potilasta, jotka saivat yleisen käytännön mukaisia terveydenhuollon kuntoutuspalveluita. Kahden vuoden kuluttua osallistujien produktiivisuutta arvioitiin sokkoutetusti.

Toisessa osatyössä arvioitiin 34 miehen, joilla oli postakuutin vaiheen keskivaikea tai vaikea aivovamma, kognitiivista ja motorista toimintakykyä.

Kolmanteen osatyöhön osallistui kahdessa maassa 54 aikuispotilasta, joilla oli postakuutin vaiheen keskivaikea tai vaikea aivovamma, ja jotka olivat palanneet työhön CHRP-kuntoutuksen jälkeen. Osatyössä arvioitiin osallistujien työn objektiivista vaatavuusastetta ja subjektiivisia vaikutuksia toimintakykyarviolla.

Tulosten perusteella CHRP johti yleisen käytännön kuntoutuspalveluiden verrokkitulannetta parempaan produktiivisuuteen. Työn vaatavuusaste ei ollut yhteydessä itsearviointeihin yhtä poikkeusta lukuun

ottamatta. Kognitiivisen ja motorisen suoriutumisen välillä oli sen sijaan useita yhteyksiä.

**Vera Leon** väitöstyössä *Effects of vocal music on verbal learning and long-term recovery after stroke* (<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-6448-3>) selvitettiin laulettu musiikin vaikutusta kielelliseen oppimiseen ja pitkäkestoiseen toipumiseen aivoverenkiertohäiriön (AVH) jälkeen. Tutkimus tehtiin osana Music, Ageing and Rehabilitation Team (MART) -tutkimusyhteistyötä.

Tutkimuksen aineisto koostui osatöissä I ja II 31 AVH-potilaasta, joille tehtiin aivojen rakenteellinen kuvantaminen (MRI) akuuttivaiheessa ja puoli vuotta sairastumisen jälkeen. Heille esitettiin myös kielellinen tarinoiden oppimistehtävä joko puhuttuna tai laulaen. Osatyön III aineisto koostui 83 AVH-potilaasta, jotka osallistuivat kahteen satunnaistettuun kontrolloituun tutkimukseen. Potilaille esitettiin kahden kuukauden ajan päivittäin laulumusiikkia, soitinmusiikkia tai äänikirjoja ja toipumista arvioitiin puoli vuotta sairastumisen jälkeen neuropsykologisella tutkimuksella sekä aivojen rakenteellisella ja toiminnallisella kuvantamisella (fMRI).

Tulokset osoittivat, että potilaat, joilla oli lievä afasia, oppivat kielellistä sisältöä paremmin laulettuna kuin puhuttuna puoli vuotta sairastumisen jälkeen. Ei-afaattiset potilaat muistivat laulettu tarinan tasaisemmin kuin puhuttu. Afaattisilla potilailla laulettu tarinan muistaminen oli epätasaisempaa. Heillä laulettuna esitetyssä tarinassa äskeisyysvaikutus oli suurempi ja mieltämysyksiköiden (chunk) muodostaminen tehokkaampaa. Aivokuvantaminen osoitti, että nämä ilmiöt olivat yhteydessä vasemmanpuoleisiin radastoihin ei-afaattisilla sekä oikeanpuoleisiin radastoihin ja molemminpuolisesti aivolohkojen tilavuuteen afaattisilla. Musiikin kuuntelu edisti puhetoimintoja ja kielellistä muistia äänikirjoja enemmän sekä kohensi

mielialaa. Laulumusiikin vaikutus oli voimakkain etenkin afasiapotilailla ja sen kuuntelu lisäsi harmaan aineen tilavuutta vasemmalla ohimolohkolla ja toiminnallista konnektivisuutta oletustilaverkostosta puolen vuoden seurannassa.

## PRO GRADU -TUTKIELMIA

Laaja-alaisuus, multimodaalisuus ja moniammatillisuus ovat keskeisiä tekijöitä, joita on käsitelty viimeaikaisissa kuntoutukseen liittyvissä pro gradu -tutkielmissa. Tanssin ja musiikin hyödyntämistä kognitiivisen suoriutumisen, mielialan, elämänlaadun ja fyysisten oireiden näkökulmasta on tutkittu neljässä gradussa terveillä ikääntyneillä henkilöillä ja aivoverenkiertohäiriön tai aivovamman jälkeen.

**Sonja Taulavuoren** gradussa (<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/323303>) ”*Kuorolaulamisen yhteys sosiaaliseen tukeen, mielialaan ja kognitiiviseen suoriutumiseen sekä musiikin merkitys ikääntyneillä*” todettiin, että aktiivinen musiikin harrastaminen, kuten kuorolaulaminen, voi toimia terveen ikääntymisen tukena väestön ikääntyessä.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kuorolaulamisen yhteyttä sosiaaliseen tukeen, mielialaan ja kognitiiviseen suoriutumiseen ikääntyneillä. Lisäksi tarkasteltiin kuorolaulamisen yhteyttä musiikin merkitykseen ja musiikin merkityksen yhteyttä sosiaaliseen tukeen ja mielialaan. Poikittaistutkimuksen kyselyyn vastasi 105 tervettä yli 60-vuotiaasta senioria (keskimäärin 71-vuotiaita). Heistä 61 oli kuorolaulajia ja 44 kontrolleja. Yleistä kognitiota, toiminnanohjausta, työmuistia ja kielellistä lyhytkestoista muistia arvioitiin neuropsykologisilla arviointimenetelmillä. Tulokset tukevat ja täydentävät aiempaa näyttöä kuorolaulamisen sosiaalisista hyödyistä, mutta ei emotionaalista eikä kognitiivisista hyödyistä. Kuorolaula-

misen sosiaaliset piirteet tekevät harrastuksesta erityisen verrattuna muuhun harrastustaustaan. Tulosten perusteella kuorolaulaminen oli läheisessä yhteydessä musiikin merkitykseen ja sitä kautta sosiaaliseen tukeen. Tuloksia voidaan soveltaa terveen ikääntymisen tukemiseen ja ehkäisevään toimintaan, kuten yksinäisyyden ehkäisyyn.

Musiikin kuuntelusta osana AVH-kuntoutusta on myönteistä näyttöä, mutta lisää tutkimusta tarvitaan.

**Anna Lampisen** tutkielmassa (<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/318688>) ”*Musiikin kuuntelun toteutus ja hyöty aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa*” tarkasteltiin, erosiko AVH-potilaiden musiikin kuuntelu Spotify-sovelluksella ja MP3-soittimella käytettävyyden ja hyödyn osalta. Lisäksi tutkittiin musiikin kuuntelusta koettua hyötyä. Tutkimukseen osallistui 24 subakuutin vaiheen AVH-potilasta (ikä 51–82 vuotta), joista kahdeksan kuunteli kuntoutusosastojaksolla musiikkia MP3-soittimella ja 16 tablettitietokoneella käyttäen Spotify-sovellusta 2-3 viikkoa noin tunnin päivässä. Potilaiden neurologinen status ja kognitiivinen toimintakyky arvioitiin tutkimuksen alussa ja lopussa. Intervention aikana arvioitiin toipumista, elämänlaatua, mielialaa, motorisia ja kognitiivisia oireita sekä kokemuksia musiikin kuuntelusta. Lopussa potilaat arvioivat musiikkilaitteen käytettävyyttä. Neurologinen status koheni, mutta muutosta toimintakyvyn, elämänlaadun ja mielialan mittareissa ei havaittu. MP3-soitin ja tablettitietokone sekä Spotify-sovellus arvioitiin käytettävyydeltään melko hyväksi, eikä ryhmien välillä ollut eroa. AVH-potilaat kokivat musiikin kuuntelun olleen heille hyödyllistä kuntoutumisen kannalta. Tutkimus tukee musiikin kuuntelua osana subakuuttivaiheen AVH-potilaiden kuntoutusta.

Tanssi on sekä motorisesti että kognitiivisesti kehittävää toimintaa, josta myös aivovammakuntoutujat voivat hyötyä.

**Meri Holttisen** pro gradu -tutkielmassa (<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/314067>) ”*Tanssikuntoutus vaikean aivovamman saaneilla: kuntoutujien ja heidän läheistensä kokema hyöty suhteessa toiminnanohjaukseen, elämänlaatuun ja oiretiedostukseen*” tarkasteltiin tanssin soveltamisen mahdollisuuksia ja kuntoutuksen yhteyttä oiretiedostukseen vaikean aivovamman saaneiden kuntoutuksessa. Kuntoutuksen aloitti 11 henkilöä, mutta lopullinen otoskoko oli analyysistä riippuen 8–9 henkilöä. Kuntoutuksesta koettua hyötyä, toiminnanohjausta ja elämänlaatua arvioitiin kyselylomakkeilla. Oiretiedostusta mitattiin vertaamalla kuntoutujan arviota toimintakyvystään läheisen arvioon. Kuntoutujat, joilla oman arvionsa mukaan oli eniten toiminnanohjauksen haasteita, hyötyivät läheisten mukaan kuntoutuksesta parhaiten. Elämänlaatu tai puutteellinen oiretiedostus eivät olleet yhteydessä kuntoutuksesta koettuun hyötyyn. Tulosten perusteella tanssikuntoutus voi olla hyödyllistä toiminnanohjauksen kuntoutuksessa, ja se saattaa vähentää työmuistiin ja tunteiden hallintaan liittyviä arjen haasteita. Tanssikuntoutusta voi myös soveltaa aivovamman saaneilla, joilla on puutteellinen oiretiedostus. Tanssi on hyödyllistä sekä fyysisten että kognitiivisten oireiden kuntoutuksena.

**Lilli Huttulan** pro gradu -tutkielmassa (<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/302806>) ”*I started to feel again. An Individually Guided Dance Rehabilitation Intervention May Enhance Mood, Abstract Reasoning, and Quality of Life in Traumatic Brain Injury: A Pilot Study*” tarkasteltiin tanssikuntoutuksen vaikutuksia kognitioon, masentuneeseen mielialaan ja terveyteen liittyvään elämänlaatuun sekä arvioitiin menetelmän käytettävyyttä. Neuropsykologiset tutkimukset tehtiin tutkimuksen

## Toimituksen valinnat

alussa ja kahdesti sen jälkeen kolmen kuukauden välein. Tulosten mukaan abstrakti päättelykyky, terveyteen liittyvä elämänlaatu sekä merkittävimmin mieliala paraniivat intervention aikana. Myös laadulliset löydökset kertoivat mielialan kohentumisesta. Eräs osallistujista kertoi saaneensa yhteyden tunteisiinsa ensimmäistä kertaa vammautumisen jälkeen ja useat muut osallistujat kuvasivat positiivisia tuntemuksia ja kokemuksia intervention aikana. Johdospäätöksenä todettiin, että tanssikuntoutus näyttää vaikuttavan positiivisesti mielialaan, abstraktiin päättelykykyyn sekä elämänlaatuun vakavan aivovamman kroonisessa vaiheessa.

## Toimituksen puolesta

Marja Laasonen, Sanna Koskinen ja  
Annamari Tuulio-Henriksson