



NEUROPSY OPEN

Kliinisen Neuropsykologian Verkkojulkaisu
Electronic Publication on Clinical Neuropsychology

Helsingin yliopisto, University of Helsinki, 2/2021

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

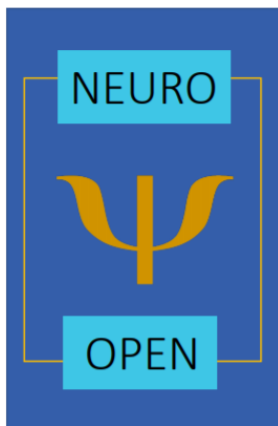
ISSN 2670-269X

Helsingin yliopiston kirjasto, Editori

Open Journals Systems (OJS)

journals.helsinki.fi

Päätoimittajalta, From the editor	1
Valle Saija ja Hokkanen Laura, Long term follow-up study of preterm born children: How neuropsychological outcome at the age of 9 predicts educational and occupational outcome as well as psychological welfare at the age of 30?	2
Lempiäinen Minna, Ohitusleikattujen potilaiden muistisuoriutuminen pitkän aikavälin (12 kk) seurannassa. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus.	16
Eklund Riitta, Virtuaalitodellisuus aivoverenkiertohäiriöpotilaiden visuospatiaalisten häiriöiden neuropsykologisessa kuntoutuksessa: Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	27
Toimituksen valinnat	53



NEUROPSY OPEN

Helsingin yliopisto, University of Helsinki, 2/2021

Päätoimittajalta

Käsillä on Neuropsy Open -verkkójulkaisun järjestyksessä neljäs numero. Artikkelit liittyvät tällä kertaa aikuisneuropsykologiaan.

Ensimmäisessä artikkelissa raportoidaan tuloksia pitkittäistutkimuksesta, joka on seurannut vuosina 1971-1974 syntyneitä tietyn syntymärisikin omaavia henkilöitä aikuisuuteen. Huolimatta lievästi heikomasta peruskoulusuoriutumisesta ei pienipainoisena syntyneiden ammatillinen tilanne 30 vuoden ikäisenä tutkimuksessa ryhmätasolla eronnut kontrolliryhmästä. Myöhemmän iän tuoma kuormitus kuitenkin syytä pitää mielessä ja tuen tarvetta tulee arvioida yksilöllisesti.

Toinen artikkeli käsitteli systemaattisen kirjallisuuskatsauksen keinoin ohitusleikkattujen potilaiden muistisuoriutumista. Haku löysi vain kolme pidemmän aikavälin seuranta koskevaa kontrolloitua tutkimusta. Niiden perusteella ohitusleikkaus ei heikennä muistitoimintoja 12 kuukauden seurannassa. Aiemmissä tutkimuksissa löydetty kognitiivinen heikentyminen on voinut liittyä muihin syihin, esim taustalla olevaan verisuonitautiin.

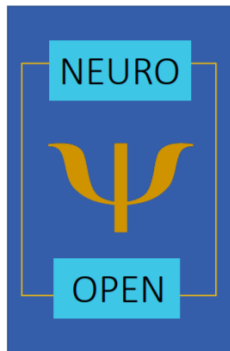
Kolmas artikkeli on niinkään systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Se tarkastelee virtuaaliodellisuuden käyttöä aivoverenkier-

tohäiriöpotilaiden visuospatiaalisten häiriöiden neuropsykologisessa kuntoutuksessa. Tulosten perusteella menetelmällä on saavutettavissa vaikuttavuutta. Tutkimusten laatua on kuitenkin varaa parantaa.

Toimituksen valinnoissa on esillä kaksi väitöskirjaa, Katri Turusen työ aivoinfarktipotilaiden muistin ja toiminnanohjauksen kehittymistä kahden vuoden seurannassa, sekä Matti Vartiainen suomalaisittain urauurtava työ ammattijääkiekkoilijoilla käytettävistä kognitiivisista ja motorisista arviointimenetelmistä. Lisäksi kerrotaan kahdesta gradusta, joista toinen on Emilia Lindholmien pilottitutkimus tehohoidon aikaisen aivojen heikon happeutumisen yhteydestä kognitioon, ja toinen Andres Levitskin tutkimus väsymyksen yhteydestä liukkaalla kehillä ajamiseen.

Lukijoita kannustetaan lämpimästi perehtymään myös Psykologia-lehden juuri ilmestyneeseen teemanumeroon 2/2021, joka käsittelee lasten neuropsykologisen kuntoutuksen vaikuttavuutta. Teemanumeron katsaukset ovat kaikki erikoispsykologikoulutuksessa syntyneitä lopputöitä.

Laura Hokkanen
Kliinisen neuropsykologian professori
Helsingin yliopisto



NEUROPSY OPEN

Neuropsychologian erikoistumiskoulutuksen julkaisuja
Publications by the Specialisation Programme in Neuropsychology

Helsingin yliopisto, University of Helsinki, 2/2021

Long term follow-up study of preterm born children: How neuropsychological outcome at the age of 9 predicts educational and occupational outcome as well as psychological welfare at the age of 30?

Saija Valle, Laura Hokkanen

ABSTRACT

Objective: In this prospective long-term follow-up study, preterm born infants were followed into adulthood. We examined the effects of preterm birth on neuropsychological outcome at the age of 9 and further survey how preterm birth and the neuropsychological outcome associated with the educational and occupational outcome as well as psychological wellbeing at the age of 30. The study also sought to inspect if difficulties in neuropsychological outcome at the age of 9 were differently associated with educational and occupational outcome later in life among preterm born children compared to controls. Finally, the study examined whether there is a linear association between gestational weeks and neuropsychological outcome.

Methods: This study is part of a larger follow up study: The Perinatal Adverse events and Special Trends In Cognitive Trajectory (PLASTICITY). Participants were 88 individuals with birth weight 2000g or less (LBW-group) and 71 controls born 1971-1974 in Kätilöopisto Maternity Hospital, in Helsinki. All participants went through neuropsychological assessment at the age of nine followed by a questionnaire at the age 30 including questions about education, work history, health and possible disabilities.

Results: LBW group had poorer WISC performance in childhood, lower average grades of high school diploma, lower educational status and poorer health status in adulthood compared to controls. Poor test performance in WISC was associated with lower educational but not occupational status similarly in both groups. There was a weak positive correlation between both the WISC performance, and the average grades of high school diploma, and gestational weeks. However, this correlation vanished in both comparisons with LBW group only.

Conclusions: Overall LBW individuals without grave neurological disability seem to be doing quite well at adulthood and they seem to have overcome early disadvantages related to LBW and possible prematurity. It is however important to clinically follow preterm individuals in childhood to recognize those at risk for suboptimal development later in life.

Keywords:

long-term, follow-up, preterm, low birth weight, neuropsychological, cognition, educational, occupational

INTRODUCTION

In Finland approximately 5% of children are born before gestational week 37 and about 4% of all children born in Finland weight less than 2500g. These numbers are equivalent in all Nordic countries and have stayed roughly the same since 1970s (THL: Pohjoismaiset perinataalilastot 2014). WHO defines birth before 37 weeks as preterm, with moderate preterm birth 32-<34 weeks, late preterm birth 34-<37 weeks, very preterm birth in weeks 28-<32 and extremely preterm birth as under 28 weeks (WHO, 2012). Other way to categorize preterm birth is via birth weight, with low birth weight defined as less than 2500g, very low birth weight less than 1500g and extremely low birth weight less than 1000 g (WHO, 2006). Both categorizations are useful in the study of preterm born children. Duration of pregnancy is nowadays defined by ultrasound which is far more reliable method than maternal recall of last menstrual cycle (Lee et al. 2017). Before ultrasound preterm birth could be assessed also by birth weight. Due to the development of neonatology in 1980s and 1990s mortality and morbidity rates of very low birth weight infants have decreased markedly (Horbar et al., 2002) and there has also been great increase in the births of late preterm infants from 1980's to the beginning of 21st century (Raju et al. 2006). In 1990s surfactants and antenatal steroids were started to be used as a part of the treatment of preterm infants (Lehtonen, 2009). For a long time one of the most important objectives in the treatment of preterm infants was lung maturation (Lehtonen, 2009). Today preterm infant care concentrates more on protecting the brain, because it has long term consequences for the infant's future.

Preterm infant's brain is highly susceptible to adverse events like peri- and neonatal brain injury (Deng, 2010). The most common neuropathology in preterm infants is white matter injury (WMI) (Rees and Inder, 2005). The etiology behind WMI is thought

to be multifactorial, but hypoxia, ischemia and inflammation are thought to be the most likely causes (Deng, 2010). Typical consequence of this type of injury is periventricular leukomalacia (PVL) with typical components of focal and diffuse white matter injury (Volpe, 2009). Although the risk for PVL is more elevated for more immature infants, there is also a risk for PVL with moderate to late preterm infants and PVL can go undiagnosed in this group (Laptook, 2013). In association with PVL, neuronal loss in thalamus, basal ganglia and cerebellum has been observed (Volpe, 2009). There is evidence that longer gestation benefits brain development by increasing gray matter density (Davis et al. 2011). As a consequence of a preterm birth, alterations in the cortical structures can be found at school age (Rogers et al., 2014) and aberrant brain network connectivity observed at school age and even in adulthood (Bäumli et al., 2014; Nagy et al., 2003). The cognitive deficits observed in preterm children later in life are likely related to the adverse brain development early in life (Volpe, 2009).

Children born preterm score lower on cognitive tests and have elevated risk for ADHD compared to term born children and the degree of immaturity is associated with reduced cognitive scores (Bhutta et al., 2002). Preterm children have lower overall neuropsychological profiles but there is also great diversity in the profiles (Lundquist, Böhm and Smedler, 2013). Preterm children have reported to show difficulties in attention and executive functions (Mulder et al., 2009) and this may affect their school performance, education and employment opportunities later in life even if their overall cognitive performance is within normal range. Verbal abilities are relatively intact in preterm born children and they usually do not complain everyday

memory difficulties (Lundequist, et al., 2013) but there is evidence of difficulties in spatial location memory (Baron et al., 2010). Visual-motor development can also be compromised in this group (Böhm, Lundequist and Smedler, 2010). The educational performance of the preterm children is also worse than term born children as a group (Botting et al., 1998) and this might be the consequence of the observed neuropsychological difficulties.

Many studies of the neurodevelopmental outcome are of very or extremely low birth weight infants or very premature infants. However, there is less knowledge about late preterm infants and their neurodevelopmental outcome (Stephens and Vohr, 2009). Because the majority of preterm infants are born late preterm, there might be potential for public health concerns, if their development is suboptimal. There is evidence that gestational age and birth weight are directly proportional to the cognitive performance at school age (Bhutta et al., 2002), so that late preterm born children succeed better than very premature born children, but worse than term born children. Late preterm infants have been observed to have lower general conceptual ability, lower verbal, nonverbal, spatial, visuomotor scores and lower adaptability than full term born children at age of 3 years (Baron et al., 2014). At school age moderately preterm and late-preterm born children have more special education needs than full-term children (Chyi et al., 2008). Late preterm birth is associated with increased risk for medical problems like diabetes, asthma, cerebral palsy and subtle neuropsychological weaknesses (Baron et al., 2012) with implication that there might be need for special education and other kinds of intervention later in life. In recent meta-analysis (Allotey et al., 2018) concluded that any degree of prematurity can have negative effect on cognitive performance and that effect persists through school age. Even though very preterm born children are at the greater risk for cognitive difficulties, late

and moderate prematurity also carry a risk for suboptimal cognitive development.

There are few longitudinal follow-up studies of preterm infants that trail the developmental path into adulthood. These studies are often about very preterm born infants. Very few of the studies are prospective follow-up studies but cross-sectional cohort studies. According to Swedish national cohort study of preterm born infants, preterm birth was associated with higher risk of disability, lower income and lower chance of higher education in adulthood (Lindström et al., 2007). Rather surprising was the finding that moderate and late preterm birth carried significantly increased risk for disability and covered 74% of all disability among preterm group (Lindström et al., 2007). In another national cohort study from Norway, there was also elevated risk for medical disability and lower educational status associated with preterm birth (Moster, Lie & Markestad, 2008). These social and medical risks were associated with decreasing gestational age (Moster, Lie & Markestad, 2008). In a long term follow up study very preterm born children were reported to have different personality styles in young adulthood compared to term born children (Allin et al., 2014) which might indicate risk for psychiatric problems. On the other hand, despite the medical and educational problems preterm born children have equivalent quality of life as term born children in young adulthood (Cooke, 2004).

This study is a prospective longitudinal follow-up where the developmental path of preterm born infants has been followed late into adulthood. The aim is to examine the effects of preterm birth on neuropsychological outcome at the age of 9 and further survey how preterm birth and the neuropsychological outcome is associated with the educational and occupational outcome as well as psychological wellbeing at the age of 30. The study also seeks to inspect if difficulties in neuropsychological outcome at the age of 9 are differently associated with

educational and occupational outcome later in life in preterm born children compared to controls. Finally, the study examines whether there is a linear association between gestational weeks and neuropsychological outcome.

METHODS

Participants

This study is part of a larger follow-up study, the Perinatal Adverse events and Special Trends In Cognitive Trajectory (PLASTICITY), where the developmental path of children with certain pre- and perinatal risks are being followed late into adulthood (Hokkanen, Launes & Michelsson, 2013). The study cohort comprised of a consecutive serie of 1196 infants from total of 22359 infants born alive 1971-1974 in Kätilöopisto Maternity Hospital, in Helsinki (Michelsson, Ylinen, Saarnivaara, & Donner, 1978). Infants with any of the following risks were included: low birth weight (2000g or less), neurological symptoms, severe respiratory problems, Apgar score < 7 at the age of 5 or 15 minutes, hyperbilirubinemia, hypoglycemia, septic infections or maternal diabetes. Children with severe consequences, such as cerebral palsy, mental retardation or sensory disabilities, were excluded from follow-up. Of the 324 infants with birth weight at or below 2000 g during the study period, 86 died and 22 had severe disabilities by the age of 5 (Michelsson, Lindahl, Parre, & Helenius, 1984; Michelsson & Noronen, 1983). Of the 216 children included in the follow-up, 128 participated in the neuropsychological assessment at 9 years. Majority of these LBW children (88%) were born preterm (Michelsson & Noronen, 1983) and the rest possibly born preterm, because gestational weeks were only approximation before ultrasound. There are 159 participants who went through neuropsychological assessment at the age 9 and filled out a questionnaire at the age of 30. They form the sample of the

present study. Of those 88 were children with birth weight 2000g or less (LBW-group) and 71 with no perinatal risks (Control group) (Table 1.).

Background Information

Information collected at birth included maternal background variables and extended perinatal medical variables. For the purposes of present study, we concentrated on maternal background variables including age of the mother, maternal diabetes, toxemia, anemia and high blood pressure, because of their possible impact on later development. None of the pregnancies had involved infertility treatment.

The family socioeconomic status at age 9 was estimated using 5-level classification, 1 indicating the highest and 5 the lowest level, based on the occupation of the father (or mother, in cases of a single caretaker). Family psychosocial problems score at age 9 included items for poor housing conditions, divorce, relocations, alcohol abuse, unemployment, family conflicts, domestic violence, imprisonment, severe diseases or mental problems in family, summed, max score 50.

Table 1. Sex distribution, birth weight and gestational weeks

	LBW n=88	Control n=71
Sex (males)	42% (37)	43.7% (31)
Birth weight (g)		
Mean (SD)	1699 (269)	3451 (525)
Min-Max	900-2000	2300-4700
Gestational weeks		
Mean (SD)	33 (2.9)	39 (1.4)
Min-Max	25-40	35-42

Neuropsychological Assessment

At the age of 9 children went through neuropsychological assessment as part of the study. Neuropsychological assessment included several tests reported in detail in Hokkanen, Launes and Michelsson (2013), but in the present study we only included Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC) test results (Wechsler, 1949; Wechsler, 1971).

Outcome Questionnaire

At the age of 30 a questionnaire was sent to study participants. The questionnaire included questions about education, work history, health and possible disabilities. The question for education had originally six categories: comprehensive school, matriculation, trade school, college, university, doctoral. It was modified to involve three categories: comprehensive school only, college-level and university level. Learning difficulties were assessed originally with separate questions for reading, spelling, speech, mathematics, motor and visuospatial difficulties. They were transformed into one dichotomized variable for any self-reported learning difficulties, yes/no. Employment was assessed originally with a question of eight categories: full time employment, part time employment, hourly employed, unemployed, studying, sick leave,

retired, retirement due illness, other. Question was transformed into a dichotomized variable of: employed at the moment, yes/no. Health status was originally 5-scale question: How do you estimate your health at the moment? very good, good, moderate, poor, very poor. It was transformed into 3-scale variable: good, moderate, poor. Symptoms of illness variable was gathered from ten questions assessing psychological and possibly psychosomatic symptoms including: headache, intestinal problems, depression, manic-depression, schizophrenia, obsessive-compulsive thoughts, panic symptoms, anxiety, sleeping disorders and suicidal thoughts. All the symptoms were assessed by dichotomized scale of yes/no. These questions were modified into sum variable assessed by 3-scale: no symptoms, one symptom, two or more symptoms. Life-satisfaction was originally 5-scale question: How satisfied are you with your life-situation? With options of very satisfied, satisfied, partly satisfied, not very satisfied, not at all satisfied. It was transformed into dichotomized variable: satisfied/not satisfied.

Statistical Methods

LBW group and control group were compared for background information and demographics, WISC performance at 9, and questionnaire items at 30 years of age. Categorical variables were analyzed using a Chi-square test for independence, with

Yates Continuity Correction when necessary. Continuous variables were analyzed using an independent samples t-test (two-tailed). Effect sizes were reported using phi in relation to chi-square comparisons and Eta squared in relation to ANOVA.

In order to study the association between neuropsychological performance at the age of 9 and outcome at the age of 30, participants were divided into two groups according to their performance-level on WISC with lowest 25 percentiles in the one group and the rest in the other.

The relationship between WISC total IQ at the age of 9 and birth weight, as well as the average grades of high school diploma and birth weight, were investigated using Pearson product-moment correlation. Preliminary analysis was performed to ensure no violation of normality, linearity and homoscedasticity.

RESULTS

Background Variables

Maternal variables which may have affected the health status of the newborn were compared between LBW and control group. There was no significant difference in maternal age between LBW children ($M=25.9$, $SD=4.9$) and controls ($M=26.7$, $SD=4.6$; $t(134)=.907$, $p=.366$). Groups did not differ in other maternal variables either (Table 2.). Because maternal diabetes was one of the inclusion criteria for study group, none in the control group did have it. Groups did not differ in father's socioeconomic status at the age of nine years [$\chi^2(3, n=142)=1.435$, $p=.697$, $\phi=.101$] or the socioeconomic status scores [LBW $M=3.36$, $SD=2.38$, controls $M=3.32$, $SD=2.69$; $t(147)=-.103$, $p=.608$].

Neuropsychological Performance at the Age of 9

There was a significant difference in the total IQ scores (mean difference= 8.65, 95% CI: 4.75 to 12.54), verbal IQ scores (mean difference= 7.50, 95% CI: 3.65 to 11.36) and performance IQ scores (mean difference= 8.22, 95% CI: 3.82 to 12.62) between premature children and control group (Table 3.).

School Performance

There was a significant difference in the average grades of high school diploma between the LBW-group ($M=7.9$, $SD=.80$) and controls ($M=8.4$, $SD=.86$; $t(152)=3.81$, $p=.000$). The magnitude of the difference in the means (mean difference= .51, 95% CI: .25 to .78) was moderate (eta squared = .087).

Outcome at the Age of 30

Self-reported education status, learning difficulties, employment status, health status, symptoms of illness and life satisfaction were compared between LBW-group and controls (Table 4.). There was a significant association between LBW and lower education status and worse self-rated health status at the age of 30 years, compared to the control group. For other variables the associations were not statistically significant.

Table 2. Maternal background variables at birth

		LBW		Control		χ^2	p	phi
		n	%	n	%			
Diabetes	Yes	1	1.1	0	0.0	.00	1.00	.058
	No	87	98.9	37	100			
Blood Pressure	Yes	26	29.5	7	18.9	1.016	.313	.110
	No	62	70.5	30	81.1			
Toxemia	Yes	31	35.2	6	16.2	3.652	.056	.190
	No	57	64.8	31	83.8			
Anemia	Yes	6	6.8	1	2.9	.153	.695	.075
	No	82	93.2	33	97.1			

Table 3. WISC results at the age of 9 (mean and SD) and the statistical comparisons between the groups. Significant differences bolded.

	LBW n= 88	Control n= 71	p-value	Eta squared
IQ total	111.9 (12.5)	120.5 (12.1)	<.001	.109
IQ verbal	109.4 (12.3)	116.9 (12.1)	<.001	.086
IQ performance	112.2 (13.7)	120.4 (13.5)	<.001	.080

Table 4. Results from Outcome-Questionnaire at the age of 30. Significant differences bolded.

		LBW	Control	χ^2	p-value	phi
		n= 88	n= 71			
Education	University-level	40.3% (27)	59.7% (40)	7.41	.007	-.238
	College-level	60.3% (41)	36.5% (23)			
	Comprehensive school	0% (0)	0% (0)			
Learning Difficulties		25.0% (22)	12.9% (9)	2.92	.088	.152
Unemployment		20.7% (18)	18.3% (13)	.030	.862	.030
Health	Good	28.4% (25)	52.1% (37)	9.46	.009	.244
	Moderate	61.4% (54)	39.4% (28)			
	Poor	10.2% (9)	8.5% (6)			
Symptoms	No	27.7% (44)	27.0% (43)	1.77	.413	.106
	1	34.1% (30)	26.8% (19)			
	>1	15.9% (14)	12.7% (9)			
Life Dissatisfaction		35.6% (31)	21.1% (15)	3.31	.069	.159

Association Between Neuropsychological Performance at the Age of 9 and Outcome at the Age of 30

There was a significant association between the performance-level on WISC at the age of 9 and educational status at the age of 30 both in the LBW-group (Table 5.) and controls (Table 6.). There was no significant association between the performance-level and employment at the age of 30 in either group.

Neuropsychological Performance and Gestational Weeks

There was a positive correlation between neuropsychological performance at the age of 9 and gestational weeks, $r = .25$, $n = 159$, $p < .001$, with better performance on WISC at age of 9 associated with more gestational weeks (Figure 1.). With LBW children only, the correlation was not significant $r = -.077$, $n = 88$, $p = .48$.

There was a positive correlation between the average grades of high school diploma and gestational weeks, $r = .22$, $n = 159$, $p < .01$ (Figure 2.), with higher average grades associated with more gestational weeks. With LBW children only the correlation was not significant $r = -.022$, $n = 88$, $p = .84$.

DISCUSSION

The aim of this study was to examine the effects of LBW on neuropsychological outcome at the age of 9, and to the educational and occupational outcome as well as psychological wellbeing at the age of 30. A second aim was to inspect if difficulties in neuropsychological performance at the age of 9 are differently associated with educational and occupational outcome later in life in LBW children compared to controls. Finally, the study examines whether there is a linear association between gestational weeks and neuropsychological outcome. The results indicated that LBW group had poorer WISC performance in childhood, lower average grades of high school diploma, lower educational status and poorer health status in adulthood compared to controls. Poor test performance in WISC was found to be associated with lower educational but not occupational status similarly in both groups. There was a weak positive correlation between both the WISC performance, and the average grades of high school diploma, and gestational weeks. However, this correlation vanished in both comparisons with LBW group only.

Table 5. Neuropsychological performance-level and education-level and employment in LBW-group. Significant differences bolded

		0-25% % (n)	>25% % (n)	χ^2	p	phi
Education				9.81	.002	-.41
	University-level	9.5 (2)	46.8 (22)			
	College-level	90.5 (19)	53.2 (25)			
	Comprehensive	0.0 (0)	0.0 (0)			
Employment				.00	1.00	-.03
	Yes	80.6 (25)	78.6 (44)			
	No	19.4 (6)	21.4 (12)			

Table 6. Neuropsychological performance-level and education-level and employment in controls. Significant differences bolded.

	0-25% % (n)	>25% % (n)	χ^2	p	phi
Education			4.16	.041	-.30
University-level	30.0 (3)	69.8 (37)			
College-level	70.0 (7)	30.2 (16)			
Comprehensive	0.0 (0)	0.0 (0)			
Employment			3.56	0.59	.27
Yes	58.3 (7)	86.4. (51)			
No	41.7 (5)	13.6 (8)			

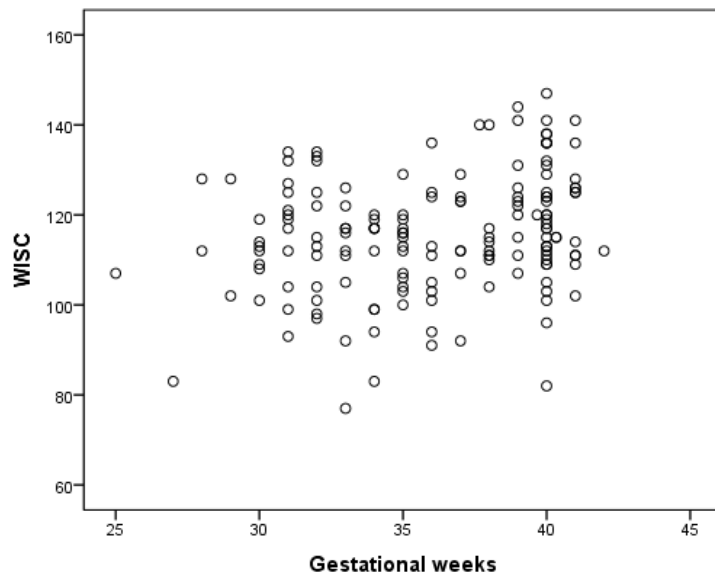


Figure 1. Total IQ and gestational weeks

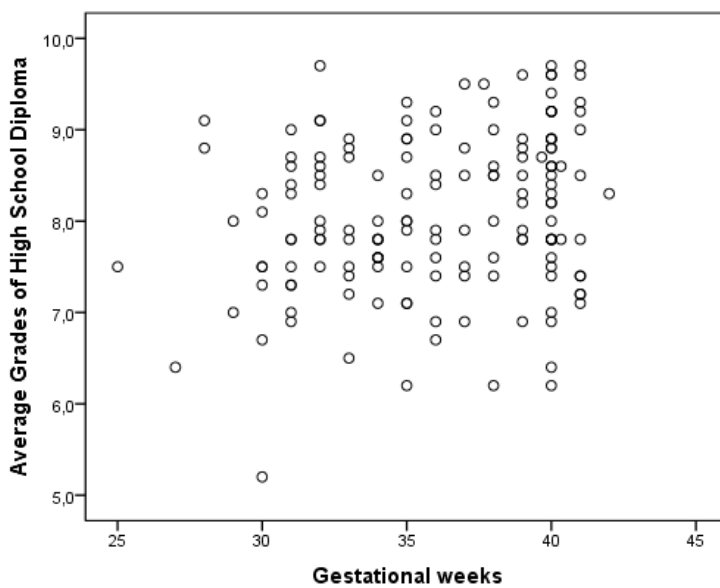


Figure 2. Average Grades of High School Diploma and Gestational weeks

Cognitive Performance at the Age 9

In our study LBW children had lower cognitive overall ability than controls at the age of nine years. This finding is in line with previous studies showing lower cognitive performance in preterm born children (Allotey et al., 2017; Baron et al., 2014). LBW children scored slightly worse in WISC than controls, the mean difference between LBW and control group being 7.5-8.6 points, which is clinically small but meaningful difference. However, LBW children's performance was on average at normal age level. The good performance of LBW children in WISC most likely reflects the fact that we excluded children with grave neurological disabilities from our study. The results from neuropsychological assessment indicate on average slightly worse starting point for later school years for LBW group.

School Performance

LBW children had lower average grades of high school diploma than controls and the difference was quite significant (0.5). On the average LBW group did quite good (7.9) on the scale of 4-10. There was a similar trend in school performance at high school than in cognitive performance at the age of nine: There was a small but significant disadvantage for the LBW group in average. This is in line with previous studies indicating that gestational age and birth weight are directly proportional to the cognitive performance at school age (Bhutta et al. 2002) and this disadvantage in cognition might show as worse performance at the high school.

Outcome at the Age of 30

LBW group had lower educational status than control group. This finding is in line with evidence in previous studies indicating lower educational status at school age and

lower probability for university education in preterm born children (Chan et al., 2016; Lindström et al., 2007; Moster, Lie & Markestad, 2008). This is consistent with worse performance in high school leading to lower educational status later in life. However, in this present study LBW group did not report more learning difficulties at the age of 30. This might mean that possible learning difficulties have ameliorated, or they do not affect current life anymore. There is also a possibility that people do not recognize their learning difficulties. Self-reports are considered reliable for identifying learning problems like dyslexia but usually the questions do not directly concern about learning difficulties but background factors influencing them (Tamboer & Vorst, 2015). There was also no difference between employment status of the groups, which fit with the finding that preterm born individuals have almost equal chances of being employed than term born, when children with grave neurological findings are excluded (Lindström et al. 2007).

LBW individuals reported poorer health status compared to controls. This is in line with a finding of poorer health related quality of life in preterm born individuals as adults compared to term born controls (Båtsvik et al., 2015). However, LBW group did not differ from controls in the number of symptoms of illness related to psychological wellbeing or life satisfaction. This finding is in line with evidence that indicate that risk for mood, anxiety or substance use disorder as adult did not differ between late preterm born children and term born children (Heinonen et al., 2016). According to our findings, LBW group perceived their health status worse than controls but the worse health did not stem from symptoms related to psychological wellbeing.

Association Between Neuropsychological Performance at the Age of 9 and Outcome at the Age of 30

The poor test performance on WISC at the age of nine was associated with lower educational status at the age of 30 in both groups. Cognitive performance as measured with IQ, has been found to be very stable in preterm born children and from 6 years of age predicts performance late into adulthood (Breeman et al. 2015). There has also been found to be strong correlation between IQ at first school years and later academic achievement (Bornstein, Hahn & Wolke, 2013). However, the test performance at the age of nine was not associated with employment indicating that other factors like current life situation might also influence employment status. Cognitive overall performance seems to be quite good indicator of later educational achievement but not for employment.

Neuropsychological Performance and Gestational Weeks

There was a weak correlation between gestational weeks and cognitive performance or average grades of high school diploma with more gestational weeks associated with better neuropsychological performance and better grades. However, this association vanished with LBW-group only. This was quite surprising considering the evidence that degree of prematurity is associated with negative effects on cognition (Allotey et al. 2017). This might be partly explained by rather high mean and narrow distribution of gestational weeks among LBW-group. By choosing the gestational weeks instead of birth weight, we tried to have wider distribution in LBW-group and in that way have the effect of the degree of prematurity visible, but that did not happen. With the development of neonatology, the survival of very and extremely low birth weight infants has been increasing (Horbar

et al., 2002) compared to 70's. For example, in our LBW-group, there were only two extremely preterm infants born before gestational week 28, so the effects of extremely premature birth was not present in our sample.

Limitations

In our study cohort the prematurity was based on birth weight (LBW-group), because before the ultrasound the exact measuring of gestational weeks based on maternal recall was imprecise (Lee et al. 2017). However, because of our choice of inclusion based on birth weight, it is likely that not all the children in LBW-group were preterm. According to gestational weeks, 88% of the children in our study were preterm, but some of the children might have been small for gestational age (SGA) with birth weight under two standard deviations below average. SGA has also been associated with cognitive difficulties later in life, for example attentional difficulties (Murray et al. 2016). Even though it is not very likely, some of the participants in the LBW-group might have actually been children with SGA and shown the adverse effects of suboptimal intrauterine growth later in life. This is something that must be kept in mind when considering the application of the results for preterm population.

The follow-up time of this study was very long, meaning that many were lost to follow-up. We did not analyze non-responders, but there is evidence that non-responders might represent those who fare worse than those who participate in the study (Hille et al. 2005; Wolke et al. 2009). When the attrition rates of this study cohort were analyzed, it has been found that attrition was associated with lower socioeconomic status (Launes et al. 2014). This could mean that individuals with worse educational and occupational status have dropped out of study and this might lower the difference between LBW and control

groups. Evidence toward this is the fact that no-one in our study had only comprehensive school as education, all had at least secondary education.

In our study the data at the age of 30 was based on self-report only. There is a possibility that the questionnaire did not capture the difficulties associated to prematurity at birth. To fully capture the existence of learning difficulties, there should have been a neuropsychological assessment. For example, Lindström's et al. study (2007) was register based. In register-based studies you have verified data for example of employment status, income and marital status, but many aspects and details of the population are lost. So best way to increase the value of our research for this study cohort is to add neuropsychological assessment to the questionnaires. In the future there will be data available of extensive neuropsychological assessment of this study population and then it will be possible to better analyze the cognitive outcome abilities of this population.

Conclusion

In general, our findings indicate some risks for cognitive and educational outcome and health status associated with LBW and preterm birth. Overall LBW individuals without grave neurological disability seem to be doing quite well at adulthood and they seem to have overcome early disadvantages related to LBW and possible prematurity. Although prematurity is associated with many neurocognitive risks that can have profound effects for adult life, the majority of preterm born children are doing well later in life (Lindström et al., 2007). It is however important to clinically follow preterm individuals in childhood to recognize those at risk for suboptimal development later in life.

Saija Valle, Laura Hokknen

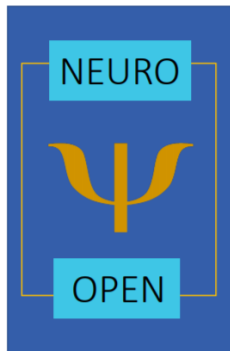
Helsingin yliopisto, HUS lastenneurologia

REFERENCES

- Allin M, Rooney M, Cuddy M, Wyatt J, Walshe M, Rifkin L and Murray R. Personality in Young Adults Who Are Born Preterm. *Pediatrics* 2006; 117:309-316
- Allotey J, Zamora J, Cheong-See F, Kalidindi M, Arroyo-Manzano D, Asztalos E, van der Post JAM, Mol BW, Moore D, Birtles D, Khan KS, Thangaratinam S. (2018) Cognitive, motor, behavioural and academic performances of children born preterm: a meta-analysis and systematic review involving 64 061 children. *BJOG*. 125:16–25.
- Baron IS, Brandt AW, Baker R, Khoury A, Remsburg I, Thermolice JW, Litman FR and Ahronovich MD (2014) Subtle Adverse Effects of Late-Preterm Birth: A Cautionary Note. *Neuropsychology*. 28:11-18
- Baron IS, Erickson K, Ahronovich MD, Litman FR and Brandt J. Spatial Location Memory Discriminates Children Born at Extremely Low Birth Weight and Late-Preterm at Age Three. *Neuropsychology* 2010; 24:787-794
- Baumann N, Bartmann P, Wolke D (2016) Health-Related Quality of Life Into Adulthood After Very Preterm Birth. *Pediatrics*. 137(4):e20153148
- Bhutta AT, Cleves MA, Casey PH, Cradock MM, and Anand KJS (2002) Cognitive and Behavioral Outcomes of School-Aged Children Who Were Born Preterm. *JAMA*. 288:728-737
- Bornstein MH, Hahn C-S and Wolke D (2013) Systems and Cascades in Cognitive Development and Academic Achievement. *Child Development*. 84: 154–162
- Botting N, Bowls A, Cooke RW and Marlow N. Cognitive and educational outcome of Very-Low-Birthweight children in early adolescence. *Developmental Medicine and Child Neurology* 1998; 40:652-660
- Breeman LD, Jaekel J, Baumann N, Bartmann P and Wolke D (2015) Preterm Cognitive Function Into Adulthood. *Pediatrics*. 136: 415-423
- Båtsvik B, Vederhus BJ, Halvorsen T, Wentzel-Larsen T, Graue M and Markestad T (2015) Health-related quality of life may deteriorate from adolescence to young adulthood after extremely preterm birth. *Acta Pædiatrica*. 104:948–955
- Bäumli JG, Daamen M, Meng C, Neitzel J, Scheef L, Jaekel J, Busch B, Baumann N, Bartmann P, Wolke D, Boecker H, Wohlschläger AM, and Sorg C. (2014) Correspondence Between Aberrant Intrinsic Network Connectivity and Gray-Matter Volume in the Ventral Brain of Preterm Born Adults. *Cerebral Cortex*. 1-11
- Chan E, Leon P, Malouf R and Quickley MA (2016) Long-term cognitive and school outcomes of latepreterm and early-term births: a systematic review. *Child: care, health and development*, 42:297–312
- Chyi LJ, Lee HC, Hintz SR, Gould JB and Sutcliffe TL (2008) School Outcomes of Late Preterm Infants: Special Needs and Challenges for Infants

- Born at 32 to 36 Weeks Gestation. *The Journal of Pediatrics*. 153:25-31
- Cooke, RW. Health, lifestyle and quality of life for young adults born very preterm (2004) *Archives of Disease in Childhood*. 89:201-206
- Davis EP, Buss C, Muftuler LT, Head K, Hasso A, Wing DA, Hobel C and Sandman CA. (2011) Children's brain development benefits from longer gestation. *Frontiers in Psychology*. 2:1-7
- Deng, W (2010) Neurobiology of injury to the developing brain. *Nature Reviews Neurology*. 6, 328–336, doi:10.1038/nrneurol.2010.53
- Heinonen K, Kajantie E, Pesonen A-K, Lahti M, Pirkola S, Wolke D, Lano A, Sammallahti S, Lahti J, Andersson S, Eriksson JG and Raikkonen K (2016) Common mental disorders in young adults born late-preterm. *Psychological Medicine* 46, 2227–2238
- Hille ETM, Elbertse L, Bennebroek Gravenhorst J, Brand R, and Verloove-Vanhorick SP (2005) Nonresponse Bias in a Follow-up Study of 19-Year-Old Adolescents Born as Preterm Infants. *Pediatrics*. 116: e662-e666
- Hokkanen L, Launes J and Michelsson K (2013) The Perinatal Adverse events and Special Trends in Cognitive Trajectory (PLASTICITY) - pre-protocol for a prospective longitudinal follow-up cohort study. F1000Research 2 10.12688/f1000research.2-50.v1
- Horbar JD, Badger GJ, Carpenter JH, Fanaroff AA, Kilpatrick S, LaCorte M, Phibbs R and Soll RF. (2002) Trends in Mortality and Morbidity for Very Low Birth Weight Infants 1991-1999. *Pediatrics*. 110:143-51
- Laptook AR. (2013) Neurologic and Metabolic Issues in Moderately Preterm, Late Preterm, and Early Term Infants. *Clinical Perinatology*. 40:723-738
- Launes J, Hokkanen L, Laasonen M, Tuulio-Henriksson A, Virta M, Lipsanen J, Tienari PJ and Michelsson K (2014), Attrition in a 30-year follow-up of a perinatal birth risk cohort: factors change with age. *PeerJ*2:e480; DOI10.7717/peerj.480
- Lee AC, Panchal P, Folger L, et al. (2017) Diagnostic Accuracy of Neonatal Assessment for Gestational Age Determination: A Systematic Review. *Pediatrics*. 140(4):e20171423
- Lehtonen L. (2009) Keskosien muuttuva hoito. *Duodecim*. 125:1333-9
- Lindström KL, Lindblad F and Hjern A (2009) Psychiatric Morbidity in Adolescents and Young Adults Born Preterm: A Swedish National Cohort Study. *Pediatrics*. 123:e47–e53
- Lindström KL, Windbladh B, Haglund B and Hjern A (2007). Preterm Infants as Young Adults: A Swedish National Cohort Study. *Pediatrics*. 120: 70-77
- Lundequist A, Böhm B and Smedler A-C (2013) Individual neuropsychological profiles at age 5 years in children born preterm in relation to medical risk factors. *Child Neuropsychology*. 3:313-331
- March of Dimes, pmNch, Save the children, Who. *Born Too Soon: The Global action report on preterm Birth*. eds cp howson, mV Kinney, Je lawn. World health organization. Geneva, 2012.
- Mathewson KJ, Chow CHT, Dobson KG, Pope EI, Schmidt LA, and Van Lieshout RJ (2017) Mental Health of Extremely Low Birth Weight Survivors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*. 143, 347–383
- Michelsson K, Lindahl E, Parre M, and Helenius M (1984) Nine-year Follow-up of Infants Weighing 1 500 g or Less at Birth. *Acta Paediatrica Scandinavica*. 73(6): 835–841.
- Michelsson K and Noronen M (1983) Neurological, psychological and articulatory impairment in five-year-old children with a birthweight of 2000 g or less. *European Journal of Pediatrics*. 141(2): 96–100.
- Michelsson K, Ylinen A, Saarnivaara A, and Donner M (1978) Occurrence of risk factors in newborn infants. A study of 22359 consecutive cases. *Annals of Clinical Research*. 10(6): 334–6.
- Moster D, Lie RT and Markestad T (2008) Long-Term Medical and Social Consequences of Preterm Birth. *The New England Journal of Medicine*. 359:262-273
- Mulder H, Pitchford NJ, Hagger MS and Marlow N (2009) Development of Executive Function and Attention in Preterm Children: A Systematic Review. *Developmental Neuropsychology*. 34:393-421
- Murray E, Pearson R, Fernandes M, Santos IS, Barros FC, Victora CG, Stein A and Matijasevich A (2016) *J Epidemiol Community Health*. 70:704–709.
- Nagy Z, Westerberg H, Skare S, Andersson JL, Lilja A, Flodmark O, Fernell E, Holmberg K, Böhm B, Forssberg HLagerkrantz H and Klingberg T. (2003) Preterm Children Have Disturbances of White Matter at 11 Years of Age as Shown by Diffusion Tensor Imaging. *Pediatric Research*. 54:672-679
- Nataluzzi G, Bucher HU, Von Rhein M, Borradori Tolsa C, Latal B and Adams M (2017) Population based report on health related quality of life in adolescents born very preterm. *Early Human Development*. 104:7-12
- Pyhälä R, Wolford E, Kautiainen H, Andersson S, Bartmann P, Baumann N, Brubakk A-M, Evensen KAI, Hovi P, Kajantie E, Lahti M, Van Lieshout RJ, Saigal S, Schmidt LA, Indredavik MS, Wolke D and Räikkönen K (2017) Self-Reported Mental Health Problems Among Adults Born Preterm: A Meta-Analysis. *Pediatrics*. 139:e20162690
- Raju TN, Higgins RD, Stark AR and Leveno KJ (2006) Optimizing care and outcome for late-preterm (near term) infants:a summary of the workshop sponsored by National Institute of Child Health and Human Development. *Pediatrics*. 118:1207-14
- Rees S and Inder T. (2005) Fetal and neonatal origins of altered brain development. *Early Human Development*. 81:753-761

- Rogers CE, Barch DM, Sylvester CM, Pagliaccio D, Harms MP, Botteron KN and Luby JL. (2014) Altered Gray Matter Volume and School Age Anxiety in Children Born Late Preterm. *The Journal of Pediatrics*. 165:928-935,
- Stephens BE and Vohr BR (2009) Neurodevelopmental outcome of the Premature Infant. *Pediatric Clinics of North America*. 56:631-646
- Tamboer P. and Vorst HCM (2015) A New Self-Report Inventory of Dyslexia for Students: Criterion and Construct Validity. *Dyslexia*. 21:
- THL: Pohjoismaiset perinataalitulokset 2014. <https://www.thl.fi/fi/tilastot/tilastot-aiheittain/sek-suaali-ja-lisaantymisterveys/synnyttajat-synnytykset-ja-vastasyntyneet/pohjoismaiset-perinataalitulokset>
- Volpe JJ. (2009) Brain injury in premature infants: a complex amalgam of destructive and developmental disturbances. *Lancet Neurology*. 8:110-124
- WHO (2006) <http://www.who.int/whosis/whostat2006/NewbornsLowBirthWeight.pdf>
- Wolke D, Waylen A, Samara M, Steer C, Goodman R, Ford T and Lamberts K (2009) Selective drop-out in longitudinal studies and non-biased prediction of behaviour disorders. *The British Journal of Psychiatry*. 195: 249–256. doi: 10.1192/bjp.bp.108.053751



NEUROPSY OPEN

Neuropsykologian erikoistumiskoulutuksen julkaisuja
Publications by the Specialisation Programme in Neuropsychology

Helsingin yliopisto, University of Helsinki, 2/2021

Ohitusleikkattujen potilaiden muistisuoriutuminen pitkän aikavälin (12 kk) seurannassa. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus.

Minna Lempiäinen

TIIVISTELMÄ

Ohitusleikkauksen tyypillinen jälkitilaoire on kognitiivisten toimintojen heikentyminen. Pitkäaikaisemmasta heikentymisestä on saatavilla vähemmän tietoa ja tieto on lyhytaikaisseurantoja ristiriitaisempaa. Heikentymän arvioinnissa on useita haasteita ja tutkimusmetodologian osalta yhtenä suurimpana ongelmana on pidetty vertailukelpoisten kontrolliryhmien puutetta.

Tämän tutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena oli selvittää systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla ohitusleikkattujen sepelvaltimotautipotilaiden muistisuoriutumista uuden oppimiskyvyn osalta pidemmän aikavälin (12 kk) seurannassa. Toisena tarkoituksena oli tarkastella tekijöitä, jotka voivat selittää pitkäaikaisseurannoissa saatuja tuloksia. Tietoa haettiin elektronisesti kolmesta eri tietokannasta ennalta määritellyillä hakusanoilla. Aineistolle ennakolta asetetut sisäänottokriteerit ohjasivat katsaukseen lopullisesti valikoituneiden kolmen julkaisun valintaa.

Tulosten perusteella ohitusleikkattujen potilaiden muistisuoriutumisessa tapahtui pääsääntöisesti kohentumista 12 kuukauden seurannassa ennen leikkausta vallinneeseen tilanteeseen nähden. Ryhmien välisessä vertailussa ohitusleikkattujen ja kontrolliryhmänä olleiden ei-leikkattujen sepelvaltimotautipotilaiden välille ei 12 kuukauden seurannassa muodostunut merkittäviä eroja.

Katsauksen tuloksen perusteella ohitusleikkaus ei heikennä muistitoimintoja 12 kuukauden seurannassa. Pitkäaikaisen kognitiivisen heikentymän tausta on todennäköisimmin multifaktoriaalinen ja se voi liittyä myös taustalla olevaan valtimotautiin, ei niinkään itse leikkaukseen.

Avainsanat:

Sepelvaltimotauti, ohitusleikkaus, muisti, kognitiivinen, neuropsykologia, pitkittäistutkimus, seuranta

JOHDANTO

Valtimonkovettumistaudista eli ateroskleroosista johtuva sepelvaltimotauti on yleisin hankittu sydänsairaus ja kuolemaan johtava syy (Deckers ym., 2017; Mäkijärvi, 2011). Se syntyy, kun sepelvaltimoiden seinämiin kehittyvät kovettumat muuttuvat ahtaumiksi (Kettunen, 2011). Taudin oireet vaihtelevat, mutta sen tärkeimmät ilmenemismuodot ovat sydäninfarkti, raskautukseen liittyvä rintakipu eli angina pectoris ja sydänperäinen odottamaton äkkikuolema (Kettunen, 2011). Sepelvaltimotautia hoidetaan ensisijaisesti elintapaohjauksella ja lääkkeillä, tarvittaessa myös pallolaajennuksella ja ohitusleikkauksin (Kettunen, 2011; Kivelä, 2011). Näistä ohitusleikkaus (coronary artery bypass grafting, CABG) on ollut alkuajoistaan lähtien, yli 50 vuoden ajan, sepelvaltimotaudin keskeisin operatiivinen hoitomuoto (Bhamidipati ym., 2017). Siihen päädytään, mikäli sepelvaltimotauti on laaja-alainen, ahtaumat ovat hankalasti pallolaajennuksella hoidettavissa, ahtauma on vasemman sepelvaltimon päärungossa tai sepelvaltimotaudin ennuste muuten niin edellyttää (Hippeläinen, 2011).

Parantuneista leikkaus- ja perfuusiotekniikoista huolimatta leikkaukseen liittyvät neurologiset komplikaatiot kuten aivoinfarkti ja hypoksis-iskeeminen aivovaurio ovat sydämen pumppausvajauksen jälkeen toiseksi merkittävin komplikaatioryhmä (Suoranta-Ylinen ym., 2012). Näiden ohella yksi tyypillisimmistä leikkauksen jälkitilaoireista on kognitiivisten toimintojen heikentyminen (postoperative cognitive dysfunction) (Bhamidipati ym., 2017). Arviot postoperatiivisen kognitiivisen heikentymän esiintyvyydestä kuitenkin vaihtelevat jopa 3 % ja 80 % välillä (Ostergaard-Jensen ym., 2008). Vaihtelevuutta on selitetty ensinnäkin sillä, ettei heikentymän määritelmälle ole löydetty konsensusta, vaikka se ilmiönä on ollut tunnettu jo vuosikymmenien ajan (Bhamidipati ym., 2017; Kennedy ym., 2013).

Myös lukuisten potilastietoihin ja tutkimusmetodologiaan liittyvien tekijöiden on arvioitu liittyvän heikentymän esiintyvyyden vaihteluun (Selnes ym., 2010). Tutkimuksissa käytetyissä potilasryhmissä on ollut laajaa variaatiota esimerkiksi iän, koulutustason ja terveydentilaan vaikuttavien tekijöiden suhteen. Näin siitäkin huolimatta, että korkeamman iän, matalan koulutustason ja sepelvaltimotaudin sairaushistorian on todettu olevan selkeitä riskitekijöitä heikentymän synnylle (Ostergaard-Jensen ym., 2008; Selnes ym., 2012). Lisäksi potilasryhmien piirteitä tarkasteltaessa on todettu, että leikkauksessa ohitettavien suonien lukumäärä on usein painottunut ns. matalan riskin potilaisiin eli yhden tai kahden suonien leikkauksiin (Ostergaard-Jensen ym., 2008). Selkeänä toistuvana puutteena on nähty sekin, ettei tutkimuksissa ole käytetty kunnollisia kontrolliryhmiä kuten ei-leikattuja sydänpotilaita tai potilaita, joille on tehty muu leikkaus yleisanestesiassa (Selnes ym., 2010; Selnes ym., 2012). Mittausajankohdat ja seurantavälit ovat nekin vaihdelleet. Esimerkiksi potilaiden sairaudenkuvaan ja leikkauksiin liittyvien erilaisten tekijöiden, kuten väsymyksen ja kivun sekä käytettyjen lääkkeiden takia, mitään yhtenäistä näkemystä ihanteellisina pidetyille alkumittauksen tai seurantamittausten ajankohdille ei ole pystytty määrittämään (Selnes ym., 2010). Merkillepantavaa tutkimuksia tarkastellessa on ollut myös, että tutkimuskentän mielenkiinto on kohdistunut lyhyen aikavälin seurantoihin ja tutkimusten, joissa arvioita on tehty 6 kuukauden tai sitä myöhemmän ajan jälkeen ohitusleikkauksesta, määrä romahtaa selkeästi (Cormack ym., 2012). Myös käytettyjen testimenetelmien skaalan hajonta yhdessä jopa tutkimuksesta toiseen vaihtuvien testien esittämisjärjestysten kanssa voi olla vaikuttamassa saatuihin arvioihin (Bhamidipati ym., 2017). Tilastolliset analyysimenetelmäkään eivät ole olleet yhteneväisiä. Variaatiota on tuonut muun muassa se, että osassa tutkimuksia tilastollisina tulospäätöksinä ovat olleet yksittäisten

testien pistemäärät ja osassa näistä koostetut summamuuttujat (Selnes ym., 2010; Uysal ym., 2013).

Sepelvaltimotaudin kliinisten oireiden korjaantumisen ja fyysisen voinnin kohenemisen myötä myös kognitio paranee osalla ohitusleikatuista potilaista (Cormack ym., 2012; Selnes 2012). Postoperatiivisen kognitiivisen heikentymän osalta vallalla on kuitenkin varsin yhteneväinen käsitys sen suhteen, että ohitusleikkauksiin voi muiden leikkausten tavoin liittyä välittömästi osalla potilaista kognitiivista heikentymää, joka on yleensä lievää ja korjaantuu 3 - 6 kuukauden kuluttua leikkauksesta (Selnes ym., 2010). Sen sijaan pitkäaikaisen heikentymän osalta näkemyksissä on ristiriitaisuutta ja heikkenemisen on ajateltu voivan liittyä leikkauksen ohella myös taustalla olevaan ja mahdollisesti etenevään valtimotautiin (Bhamidipati ym., 2017; Cormack ym., 2012; Selnes ym., 2010; Selnes ym., 2013). Ohitusleikkausten osalta tiedetään, että etenkin sen aikaiset mikro -ja makroemboliat, hypoperfuusio sekä tulehdukselliset tekijät ovat myötävaikuttamassa postoperatiiviseen kognitiiviseen heikentymään (Selnes ym., 2010). Sen sijaan leikkaustekniikoiden osalta on 6 – 12 kuukauden pitkäaikaisseurannoissa todettu, ettei sillä, onko potilas ollut leikkauksen ajan kytkettynä (on-pump) vai ei (off-pump) sydänkeuhkokoneeseen, ole vaikutusta postoperatiiviseen kognitiiviseen heikentymään (Kennedy ym., 2013).

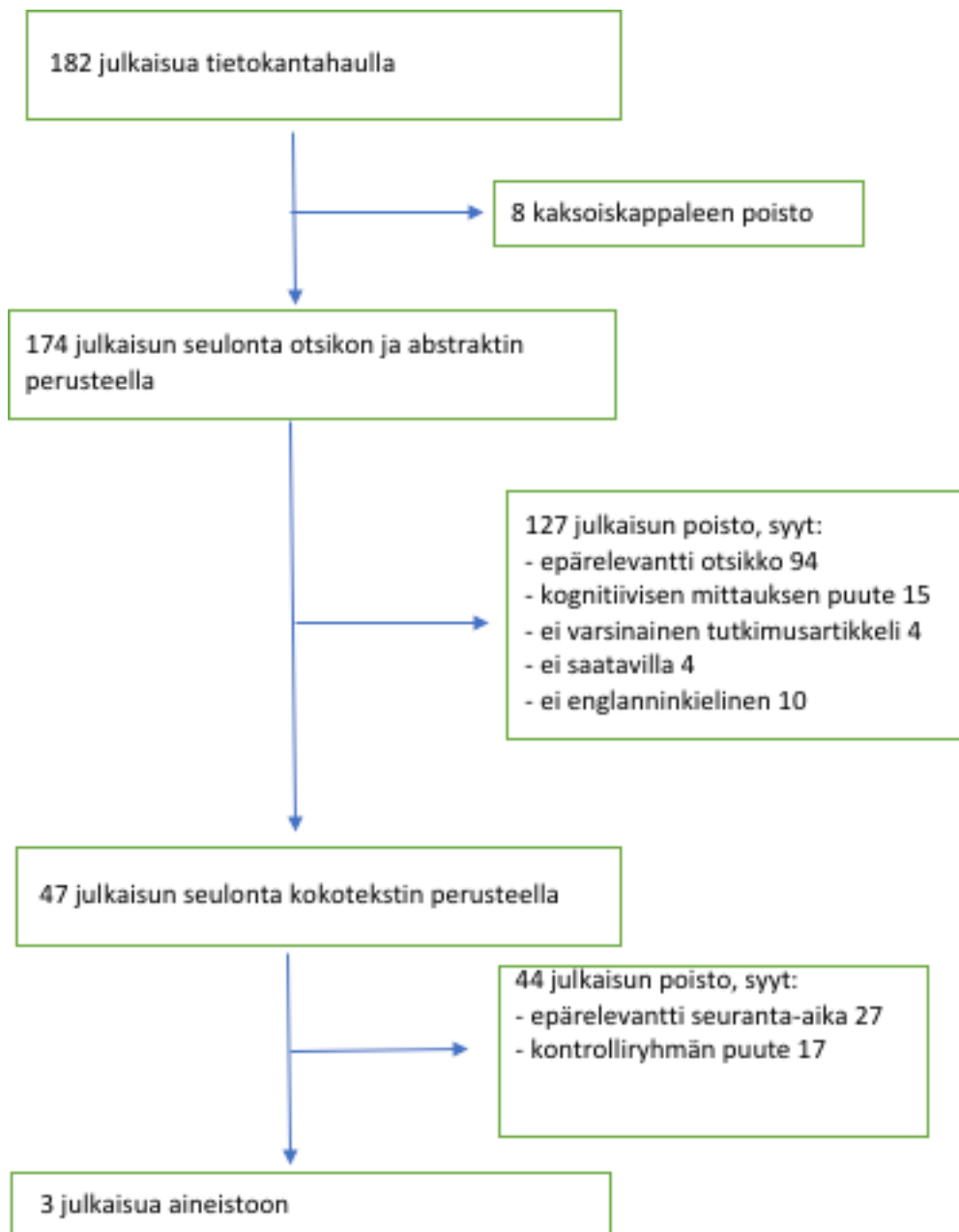
Muistiin liittyvät ongelmat ovat myös yleisimpiä potilaiden ja läheisten raportoimia postoperatiivisia oireita (Selnes ym., 2010). Kyky oppia uutta ja muistaa mieleen painettu aines on oleellinen osa kognitiivisia toimintoja ja sen toiminta tai toimimattomuus heijastuu välittömästi arkiselviytymiseen (Ostergaard-Jensen ym., 2008). Postoperatiivisella kognitiivisella heikentymällä on huomattavia vaikutuksia potilaiden ja läheisten elämään ja myös kansantaloudellisesti se on merkittävä asia (Bhamidipati

ym., 2017). Tämän tutkimuksen tarkoituksena on systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla löytää vastaus seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Heikkenevätkö vai kohenevatko ohitusleikattujen potilaiden muistitoiminnot uuden oppimisen kyvyn osalta pidemmän aikavälin eli 12 kuukauden seurannassa?
2. Mitkä tekijät voivat selittää aiemmissä tutkimuksissa havaittuja pidemmän aikavälin seurannassa saatuja tuloksia?

MENETELMÄT

Alustavia kirjallisuushakuja tehtiin loppuvuodesta 2017 ja alkuvuodesta 2018 useammista eri lääketieteen ja psykologian tietokannoista. Näiden pohjalta tehtiin varsinainen kirjallisuushaku helmikuussa 2018 käyttämällä Cochrane Library, PubMed ja PsychInfo -tietokantoja. Hakusanoiksi määriteltiin coronary artery bypass surgery, cognit*, neuropsycholog*, longitudinal ja follow-up ("coronary artery bypass surgery" AND "cognit*" OR "neuropsycholog*" AND "longitudinal" OR "follow-up"). Erityisiä muita rajauksia hakuprosessissa ei käytetty. Kuvassa 1 on kuvattu saatujen hakujen tulokset ja hakuja seurannut karsintaprosessi.



Kuva 1. Katsauksen julkaisujen hakuprosessi.

Hakutuloksiksi saatiin 182 julkaisua, joista manuaalisesti tehdyn kaksoiskappaleiden poiston jälkeen jäljelle jäi 174. Tämän jälkeen tehdyn otsikko – ja abstraktitason tarkemman tarkastelun avulla varmistuttiin siitä, että julkaisu koski joko on – tai off – pump – tekniikalla leikattuja sydänpotilaita, joiden toipumista oli seurattu kognitiivisella tulostittarilla. Tässä vaiheessa julkaisuja karsiutui pois kuvassa 1 mainituin perustein yhteensä 127 ja jäljelle jäi 47 julkaisua.

Tämän jälkeen julkaisujen tarkastelua jatkettiin lukemalla ne kokonaisuudessaan läpi taulukossa 1 esitettyjen tarkempien sisäännottokriteerien pohjalta.

Taulukko 1. Katsauksen julkaisujen sisäänottokriteerit

Aineiston sisäänottokriteerit
<ul style="list-style-type: none">- ohitusleikatut potilaat (joko on- tai off-pump)- kontrolliryhmänä ei-leikatut sydänpotilaat- neuropsykologinen muistimittaus tehty RAVLT tai HVLT-R- mittausajankohdat ennen leikkausta ja 12 kuukautta leikkauksen jälkeen

Katsaukseen päätettiin ottaa vain tutkimukset, joissa kognitiivinen arvio oli tehty 12 kuukauden kuluttua leikkauksesta, koska haluttiin tarkastella ohitusleikkauksen vaikutuksia muistitoimintoihin nimenomaan pidemmällä aikavälillä. Testimenetelmäksi valikoitui Rey Auditory Verbal Learning – testi (RAVLT), koska se on yksi yleisimmistä tutkimuksissa käytetyistä muistitesteistä (Bhamidipati ym., 2017). Hopkins Verbal Learning Revised – testi (HVLT-R) on RAVLT:n kaltainen 12 sanan muistitesti ja tästä syystä sekin hyväksyttiin katsaukseen kuuluvaksi testimenetelmäksi. Koska useimmissa aiemmissä tutkimuksissa tuotiin epäkohtana esiin vertailukelpoisen kontrolliryhmän puuttuminen, päätettiin katsaukseen ottaa mukaan vain ne julkaisut, joissa kontrolliryhmänä oli käytetty sepelvaltimotautia sairastavia ei-leikattuja sydänpotilaita. Näiden kriteerien perusteella joukosta karsiutui pois 44 julkaisua.

TULOKSET

Katsaukseen valikoitui kolme julkaisua vuosilta 2003 – 2008. Julkaisut on raportoitu taulukossa 2. Kaikissa julkaisuissa oli tarkasteltu ohitusleikkauksen vaikutusta sepelvaltimotautia sairastavien potilaiden kognitioihin ennen leikkausta ja 12 kuukautta leikkauksen jälkeen. Yhdessä julkaisussa kognitioita oli tämän lisäksi tarkasteltu viikon ja neljän kuukauden sekä

kahdessa muussa kolmen kuukauden kuluttua leikkauksesta. Kaikissa oli käytetty standardoituja neuropsykologisia testimenetelmiä. Kognitioiden tarkastelun ohella kahdessa julkaisussa arvioitiin myös mielialaa käyttämällä The Center for Epidemiological Studies Depression Scale (CES-D) – mittaria. Kaikissa julkaisuissa oli mukana kontrolliryhmänä ei-leikatut sepelvaltimotautia sairastavat potilaat. Yhdessä näistä tämä ryhmä oli PCI (percutaneous coronary intervention) eli pallolaajennuksella hoidetut potilaat. Kahdessa julkaisussa oli ei-leikattujen sepelvaltimotautia sairastavien potilaiden ohella myös terveiden kontrolliryhmä.

Muistisuoriutumisen tuloksia tarkasteltaessa McKhann ym. (2005) julkaisussa suoriutuminen oli kuvattu vain yleisesti kielellisenä muistina, mainintaa tai tarkempaa erittelyä oppimistehtävän eri osioista ei ollut. Tilastollisen testin kuvaus puuttui myös kokonaan, mutta käytetyn testisuuren Z-pisteet oli raportoitu. Niiden perusteella suuntaa-antavasti tarkasteltuna ohitusleikattujen potilaiden kielellinen muistisuoriutuminen kohentui alkumittauksesta 12 kuukauden loppumittaukseen. Kohentuminen oli kuitenkin voimakkainta leikkausta seuraavien kolmen ensimmäisen kuukauden aikana. Tämän jälkeen 12 kuukauden loppumittaukseen asti, muistisuoriutumisen kohentuminen oli vähäisempää. Ryhmien välisessä vertailussa ohitusleikattujen ja ei-leikattujen sydänpotilaiden muistisuoriutuminen ei eronnut toisistaan.

Taulukko 2. Katsauksen julkaisut

Tutkimusraportti	Tutkimusasetelma	Ikä (ka)	Sukupuoli (m)	Menetelmät	Mittausajat	Keskeiset tulokset
McKhann G.M. ym., 2005	CABG-potilaat n = 212 ei-leikatut CAD-potilaat n = 99 terveet n=69	63.4* 65.9** 65.7 62.5	75 %* 74 % ** 75 % 71 %	RAVLT osia ei eritelty	ennen leikkausta 3 kk 12 kk	CABG-potilaiden suoriutuminen kohtentui 12 kk leikkauksesta CABG ja CAD potilaiden välillä suoriutumisessa ei eroa
Selnes O.A. ym., 2003	CABG-potilaat n = 116 ei-leikatut CAD-potilaat n = 77	63.4 65.8	75 % 77 %	RAVLT sanojen kokonaismäärä viivästetty palautus säilymisprosentti tunnistava palautus	ennen leikkausta 3 kk 12 kk	CABG-potilaiden suoriutuminen kohtentui 12 kk leikkauksesta tilastollisesti merkitsevästi CABG –ja CAD -potilaiden välillä suoriutumisessa ei tilastollisesti merkitsevää eroa
Sweet J.J. ym., 2008	CABG-potilaat n = 31 ei-leikatut PCI-potilaat n = 40 terveet n = 42	67 67 64	74 % 76 % 49 %	HVLT-R sanojen kokonaismäärä viivästetty palautus	ennen leikkausta 3 vkoa 4 kk 12 kk	suurimmalla osalla CABG-potilaista suoriutuminen ennallaan 12 kk leikkauksesta CABG ja PCI -potilaiden välillä suoriutumisessa ei tilastollisesti merkitsevää eroa

CABG=Coronary Artery Bypass Graft CAD=Coronary Artery Disease PCI=Percutaneous Coronary Intervention

RAVLT=Rey Auditory Verbal Learning Test HVLT-R=Hopkins Verbal Learning Test Revised

ka=keskiarvo m=miehiä * = on-pump ** = off-pump

Selnes ym. (2003) julkaisussa muistisuoriutumisen tulokset perustuivat tutkimuksessa käytetyn neuropsykologisen testimenetelmän raakapisteesiin. Näin tarkasteluna ohitusleikattujen potilaiden muistisuoriutuminen kohentui oppimistehtävän kaikissa osioissa (opittujen sanojen kokonaispistemäärä, viivästetty mieleen palautus, säilymisprosentti ja tunnistava muistaminen) tilastollisesti merkitsevästi 3 kuukauden aikana ($p < 0.0001$). Tästä eteenpäin 12 kuukauden kohdalla tehtyyn loppumittauksen asti, kohentuminen testimenetelmän kaikissa osioissa oli maltillisempaa, mutta ei enää tilastollisesti merkitsevää. Z-pisteiden keskimääräiseen muutokseen perustuvassa tarkastelussa ohitusleikattujen potilaiden muistisuoriutuminen kohentui testimenetelmän kaikissa osioissa 3 kuukauden kuluessa leikkauksesta tilastollisesti merkitsevästi enemmän ($p > 0.017$) ei-leikattuihin sydänpotilaisiin nähden. 12 kuukauden loppumittauksen kohdalla ero ei ryhmien välillä ollut kuitenkaan enää tilastollisesti merkitsevä.

Sweet ym. (2008) julkaisussa kielellistä muistisuoriutumista oli tarkasteltu lineaariseen regressiomalliin perustuvalla luokittelulla kategorisoimalla opittujen sanojen kokonaisuus ja viivästetty mieleen palautus heikentyneeksi, ennallaan säilyneeksi tai kohentuneeksi. Sen perusteella suurimmalla osalla (65 %) ohitusleikatuista potilaista opittujen sanojen kokonaisuus säilyi ennallaan alkumittauksesta 12 kuukauden loppumittaukseen. Pienemmällä osalla (26 %) tapahtui kohentumista ja lopuilla (10 %) heikentymistä. Viivästetty palautus säilyi myös ennallaan suurimmalla osalla (74 %) ohitusleikatuista. Kohentumista tapahtui pienellä osalla (10 %) ja heikentymistä tätä hieman suuremmalla osalla (16 %). 12 kuukauden seurannan aikana χ^2 -testillä arvioiden opittujen sanojen kokonaisuudessa tai viivästetyssä palautuksessa ei ollut ohitusleikattujen ja pallolaajennuksella hoidettujen potilaiden välillä tilastollisesti merkitsevää eroa.

Potilastietoihin liittyvien metodisten ratkaisujen tarkastelussa osallistujia karsiutui seurannan eri vaiheissa kaikista ryhmistä pois muun muassa menehtymisten, sairastumisten, aikatauluongelmien ja motivaation puutteen vuoksi. Taulukossa 2 on osallistujiksi raportoitu siis ne potilaat, jotka osallistuivat myös viimeiseen 12 kuukauden loppumittaukseen. Iän, sukupuolen ja koulutuksen osalta ryhmät olivat varsin yhteneväisiä. Koulutusta osallistujilla oli keskimäärin 14 – 16 vuotta. Kahdessa kolmesta julkaisusta oli raportoitu myös osallistujien aiempaan sairaushistoriaan ja lääkityksiin liittyvää tietoa (McKhann ym., 2005; Selnes ym., 2003). Osassa julkaisuja mainittiin sydänpotilasryhmien yhdenmukaisuudesta esimerkiksi aivoverenkierto-sairauksiin liittyvien riskitekijöiden osalta (Selnes ym., 2003; Sweet ym., 2008).

Kaikissa julkaisuissa osallistujille tehtiin laaja neuropsykologinen tutkimus käyttäen standardoituja testimenetelmiä. Tutkitut kognitiot olivat kielellinen ja visuaalinen muisti, kielelliset toiminnot, tarkkaavaisuus, psykomotorinen ja motorinen nopeus sekä eksekutiiviset toiminnot. Kahdessa julkaisussa arvioinnin kohteena olivat myös visuostruktiiviset taidot (McKhann ym., 2005; Selnes ym., 2003). Testien esittämisjärjestyksestä ei ollut mainintaa, kahdessa julkaisussa (Selnes ym., 2003; Sweet ym., 2008) neuropsykologisen tutkimuksen todettiin kestäneen noin tunnin kerrallaan. Tutkimuspaikkojen ja tutkijoiden tiedot oli raportoitu julkaisuissa hyvin vaihtelevasti. Yhdessä julkaisussa (McKhann ym., 2005) paikkojen mainittiin vain vaihtelevan viiden eri keskuksen mukaan, toisessa neuropsykologiset tutkimukset oli tehty ”sairaalan ulkopuolisessa ympäristössä” (Selnes ym., 2003) ja kolmannessa testausympäristön kuvattiin olevan sille sopivan muuan muassa valaistuksen, mahdollisten ulkopuolisten häiriötekijöiden osalta (Sweet ym., 2008). Kahdessa tutkimuksessa neuropsykologisia tutkimuksia tehneiden tutkijoiden ryhmä oli koko seuranta-ajan sama (McKhann ym., 2005; Sweet ym., 2008).

McKhann ym. (2005) tutkimuksessa yksittäisen osallistujan kohdalla tutkimuksen tekijä saattoi kuitenkin vaihdella eri mittauskerroilla, Sweet ym., (2008) tutkimuksessa tekijä säilyi samana. McKhann ym. (2005) julkaisussa oli myös maininta neuropsykologisen tutkimusryhmän saamasta yhdenmu-kaisesta koulutuksesta. Yhdessä julkaisuista neuropsykologisia tutkimuksia tehneistä tutkijoista ei ollut minkäänlaista tarkempaa mainintaa (Selnes ym., 2003).

Ohitusleikkauksiin liittyviä toimenpidetietoja oli raportoitu julkaisuissa vaihtelevasti. Kahdessa julkaisussa leikkaustoimenpiteitä oli vakioitu muun muassa leikkauksen aikaisen sydän-keuhkokoneen virtauksen nopeuden, kehon lämpötilan, verenpaine-tason, nukutuksen sekä leikkauksen jälkeisen tehohoidon osalta (Selnes ym., 2003; Sweet ym., 2008). Yhdessä julkaisussa viidessä eri laitoksessa tehtyjen ohitusleikkausten takia off-pump – potilaiden leikkaustekniikoissa ja leikkauksen jälkeisen herätyksen ajankohdissa oli eroja (McKhann ym., 2005). Sen sijaan ainoastaan yhdessä laitoksessa tehtyjen on-pump – potilaiden leikkaustoimenpiteet oli pysytty tässäkin minimaalisia eroja lukuun otamatta vakioimaan (McKhann ym., 2005). Ohitusleikattujen suonten lukumäärä potilailla oli kaikissa julkaisuissa keskimäärin 2 – 3. Ainoastaan yhdessä julkaisussa oli eroteltu vasemman – ja oikeanpuoleisten ohitettujen suonten lukumäärät (McKhann ym., 2005). Siinä sekä on – ja off- pump – potilailla leikkaukset painottuivat samanveroisesti vasemmanpuoleisten suonten ohitukseen ja tämän lisäksi oikeanpuoleisten suonten ohitusta tehtiin on – pump – potilaille suhteellisesti jonkin verran enemmän kuin off – pump – potilaille. Yhdessä julkaisussa (McKhann ym., 2005) oli mainittu anestesian keskimääräinen kesto-aika, mutta missään julkaisussa ei ollut tietoa leikkausten vastaavasta ajasta.

POHDINTA

Katsauksen ensimmäisenä tavoitteena oli selvittää, heikkenevätkö vai kohenevatko ohitusleikattujen sepelvaltimopotilaiden muistitoiminnot uuden oppimisen kyvyn osalta pidemmän aikavälin eli 12 kuukauden seurannassa. Katsaukseen valikoituneiden kolmen julkaisun tulokset olivat yhdensuuntaisia eli yhdessäkään julkaisussa heikentymistä ei todettu tapahtuneen. Yhdessä julkaisussa uuden oppimisen kyvyn todettiin säilyneen vähintään samalla tasolla kuin ennen leikkausta tai kohentuneen siitä, kahdessa julkaisussa todettiin tapahtuneen kohentumista leikkausta edeltäneeseen tilanteeseen nähden. Yleisesti ottaen pidemmän aikavälin seurantojen tuloksissa on kuitenkin ollut lyhytaikaisseurantoja enemmän vaihtelevuutta ja katsauksen toisena tavoitteena olikin tarkastella, mitkä tekijät voivat tätä selittää.

Vaihtelevuuden taustalla voi olettaa olevan useampia tekijöitä muun muassa potilaiden taustatietoihin, tutkimusmetodologiaan ja leikkaustoimenpiteisiin liittyen. Potilaiden taustatietojen osalta erityisesti iäkkäillä, yli 70 – vuotiailla ja vähäisen koulutustason omaavilla potilailla riskien on todettu olevan muita suuremmat (Fink ym., 2015; Ostergaard-Jensen ym., 2008; Sweet ym., 2008). Iän vaikutukset tuloksiin voivat heijastua paitsi normaaliin ikääntymiseen kuuluvien kognitiomuutosten kautta myös siten, että ikääntymisen myötä verenkierto-peräistä sairautta sairastavan potilaan kognition voi olettaa heikentyvän ajan saatossa ilman leikkaustakin (Cormack ym., 2012). Koulutustausta puolestaan voi näkyä tuloksissa muun muassa hyvin koulutettujen jo alun perin paremman kognitiivisen lähtötason ja heillä todennäköisesti leikkauksen jälkeenkin käytettävissä olevan laajemman kognitiivisen reservin kautta. Katsaukseen valikoituneiden sydänpotilaiden ikäjakauma oli varsin yhtenäinen ja lisäksi se noudatteli 62 - 67 keskimääräisellä ikäjakaumallaan Währborgin ym. (2004) toteamaa ohitusleikattujen ja

pallolaajennuksella hoidettujen potilaiden 63 vuoden keski-ikä. Myös 12 – 14 vuoteen sijoittuneen koulutustaustansa puolesta sydänpotilaiden ryhmä oli yhteneväinen. Muistitoiminnoista saatu pääosin yhdensuuntainen ja myönteinen tulos voi siis osaltaan selittyä edellä mainituilla taustatietojen yhtenevyydellä ja myös sillä, että kyseessä olivat ei-ikäkkäät, varsin hyvin koulutetut potilaat. Lisäksi muistitoimintoihin suotuisasti vaikuttanut tulos tukee ajatusta aivojen spontaanista kyvystä toipua ja palautua erinäisten traumatilanteiden jälkeen.

Potilaiden verenkiertoperäisten sairauksien historiaa tarkasteltaessa keskiöön on erityisesti noussut sairauden aste ja kesto suhteessa postoperatiiviseen kognitioheikentymään (Selnes ym., 2010). Lääkäämmillä potilailla verenkiertoperäinen sairaus on yleensä ollut jo pidempään ja nuorempia vaikea-asteisempänä, jolloin myös aivoverenkiertoperäisen sairauden riski postoperatiivisine kognitioheikentymineen on kasvanut (Selnes ym., 2012). Alle 70 vuoden keski-ikä ohella katsauksen potilaiden ohitettavien suonien määrä (2-3) noudattelee niin sanotun matalan riskin potilaan – profiilia. Tämä yhdessä katsauksen muistituloksen kanssa viittaa siihen, ettei potilasryhmien verenkiertoperäisen sairauden taakka ole ollut niin huomattava, että se olisi altistanut heidät myös merkittävälle aivoverenkiertoperäiselle sairaudelle. Ohitusleikkausta edellyttävien sepelvaltimotautia sairastavien potilaiden keskuudessa aivoverenkiertohäiriöt ovat kuitenkin varsin yleisiä. Selnesin ym. (2010) mukaan jopa noin 30 %:lla potilaista on havaittu olevan jälkiä pienistä ja 20 %:lla laajemmista aivoinfarkteista jo ennen leikkausta. Tämä yhdessä postoperatiivisen kognitioheikentymän riskiä kasvattavan, preoperatiivisesti todetun MCI-heikentymän kanssa, onkin nostanut esille MRI-kuvantamisen tärkeyden ennen leikkausta (Selnes ym., 2012). Lisäksi varsinkin toistomittauksia sisällään pitävissä tutkimuksissa pään uusinta-

kuvantamisia neuropsykologisten tutkimusten kanssa samoissa aikatauluissa suositellaan tehtäväksi jo siitäkin syystä, että ohitusleikkausten tiedetään alistavan paitsi sen aikaisille myös sen jälkeisille, neurokognitiivisia häiriöitä aiheuttaville, mikro – ja makrotason embolioille (Selnes ym., 2012).

Neuropsykologisten tutkimusten osalta keskustelua on käyty muun muassa neuropsykologisiin testimenetelmiin, mittausajankohtiin ja toistomittausvaikutuksiin sekä pidemmän aikavälin seurannoissa tapahtuviin potilasmenetyksiin liittyen. Tutkimuksissa käytettyjen neuropsykologisten menetelmien kirjo on laaja ja tämä on vaikeuttanut tulosten tulkintaa ja vertailtavuutta eikä vuonna 1995 laadittu suositus (Consensus on the Assessment of Neurobehavioral Outcomes After Cardiac Surgery) keskeisesti käytettävästä neuropsykologisesta tutkimuspatteristosta ole tätä poistanut (Bhamidipati ym., 2017; Uysal ym., 2013). Mittausajankohdissakin on ollut vaihtelua eikä niille ole pystytty luomaan yhteneväisiä, optimaalisia suosituksia esimerkiksi potilaiden ennen ja jälkeen käyttämien lääkkeiden ja kipuoireitten laajan skaalan vuoksi (Selnes ym., 2012; Selnes ym., 2010). Toistomittauksiin liittyviä ongelmakohtiakin on tunnistettu ja yhtenä tällaisena pidetään kaikkiin neuropsykologisiin testimenetelmiin sisältyvää oppimisvaiikutusta (Währborg ym., 2004). Turhien neuropsykologisten tutkimusten ja riittävän pitkien seurantavälien ohella ongelmaa on lähestytty suosituksilla testimenetelmien rinnakkaisversioiden käytöstä (Uysal ym., 2013). Metodologiaan liittyvänä epäkohdantana on pidetty myös seurannan aikana poisjäävien potilaiden osuuden vaikutusta tuloksiin, sillä heidän nähdään olleen yleensä huonommin suoriutuneiden potilaiden joukossa (Selnes ym., 2003). Katsauksen osalta näitä tutkimusmetodologiaan yleisesti liitettyjä ongelmakohtia pyrittiin huomioimaan muun muassa valitsemalla julkaisuja, joissa testimenetelmät ja mit-

tausajankohdat olivat mahdollisimman yhteneväiset. Raportoiduilta osin oppimisvaikutusten minimointiin oli pyritty ainakin yhdessä julkaisussa testin rinnakkaisversiota käyttämällä.

Yhtenä suurimpana metodologisena ongelmana on kuitenkin pidetty sitä, ettei tutkimuksissa ole käytetty vertailukelpoisia, kuten esimerkiksi lääkkeitä tai pallolaajennuksella hoidettujen ei-leikkaamattomia sydänpotilaiden, kontrolliryhmiä (Fink ym., 2015; McKhann ym., 2005; Selnes ym., 2003). Tässä katsauksessa kyseinen metodologinen ongelma huomioitiinkin erityisesti ja mukaan kelpuutettiin vain edellä mainittuja kontrolliryhmiä sisällään pitävät julkaisut eikä niiden perusteella ryhmien välille muodostunut merkittäviä eroja 12 kuukauden seurannassa. Kontrolliryhmien puute on kuitenkin yhdessä muiden metodologisten ongelmien kanssa vaikeuttanut varsinkin aiemmin sen arviointia, missä määrin postoperatiivinen kognitioheikentyminen loppujen lopuksi johtuu itse leikkauksesta (Bhamidipati ym., 2017; Selnes ym., 2010). Varsinkin pitkäaikainen kognitioheikentyminen voi liittyä leikkauksen ohella myös taustalla olevaan verenkiertoperäiseen ja siihen liittyvään aivoverenkierron sairauteen, ei niinkään itse leikkaukseen (Selnes ym., 2012).

Katsauksella on omat rajoitteensa. Katsaukseen lopullisesti valikoituneiden kolmen julkaisun määrä on pieni ja sitä olisi voinut yrittää täydentää vielä manuaalisella haulla. Tilastollisten menetelmien kuvauksien rajallisuuden ja analysointitapojen erilaisuuden vuoksi muistisuoriutumisen tarkasteluun siihen liittyvien eri ilmiöiden (oppiminen, viivästetty palautus, tunnistava muistaminen) tasolla ei myöskään toivottavalla tavalla täysin päästy.

Jatkossa tutkimus tulisi kohdentaa siten, että mukana olisi ohitusleikattujen kanssa ikäjakaumaltaan, koulutustaustaltaan ja sydänsairaustaakaltaan mahdollisimman samanveroinen kontrolliryhmä. Suositelta-

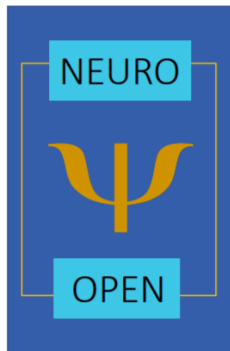
vana kontrolliryhmänä voi pitää pallolaajennuksella hoidettuja potilaita, sillä pallolaajennuksen ollessa ohitusleikkauksen vaihtoehtoinen hoitomuoto, on heidän sydänsairaustaakkansa jo lähtökohtaisesti monin osin samankaltainen ohitusleikattujen kanssa. Molemmille potilasryhmille tulisi myös tehdä huolellinen ja testimenetelmittään yhtäläinen preoperatiivinen kognitiivisen suoritustason arvio sekä pään MRI-kuvantaminen. Oleellista olisi, että toistomittauksissa käytettäisiin mahdollisuuksien mukaan testimenetelmien rinnakkaisversioita oppimisvaikutusten välttämiseksi ja pään kuvantaminen uusittaisiin toistomittauksien aikataulujen mukaisesti. Muistisuoriutumisen tulokset tulisi raportoida yhtäläisin tilastollisin analysointitavoin oppimisen, välittömien ja viivästettyjen sekä tunnistaen tapahtuvien mieleen palauttamisten osalta niissä ajan jatkumossa tapahtuvien muutosten tarkastelemiseksi ja vertailemiseksi. Näin tehdyllä tarkastelulla voitaisiin päästä myös paremmin selvyyteen ohitusleikkauksen sekä taustalla vaikuttavan verenkiertoperäisen ja siihen usein liittyvän aivoverenkierron sairauden aiheuttamista heterogeenisistä aivomuutoksista. Esimerkiksi viivästetyn mieleen palautuksen heikentyneisyys yhdessä säilyneen tunnistavan palautuksen kanssa viittaa ensisijaisesti vaurion subkortikaaliseen taustaan. Sen sijaan oppimisessa, viivästetyssä ja tunnistavassa mieleen palautuksessa näkyvä suoriutumisen heikentyminen voi johtua muuan muassa leikkauksen aikaisesta merkittävästä happivaajeesta ja siitä aiheutuneesta aivokudoksen vaurioitumisesta ja taustan voi arvioida olevan tällöin painotetummin kortikaalinen.

Minna Lempiäinen

Helsingin yliopisto, Siun sote

LÄHTEET

- Bhamidipati, D., Goldhammer, J.E., Sperling, M.R., Torjman, M.C., McCarey, M.M. & Whellan, D.J. (2017). Cognitive Outcomes After Coronary Artery Bypass Grafting. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 31, s. 707-717.
- Cormack, F., Shipolini, A., Awad, W.I., Richardson, C., McCormack, D.J., Colleoni, L., Underwood, M., Baldeweg, T., & Hogan, A.M. (2012). A meta-analysis of cognitive outcome following coronary artery bypass graft. *Elsevier*, 36, s. 2118-2129.
- Deckers, K., Schievink, S.H.J., Rodriguez, M.M.F., van Oostenbrugge, R.J., van Boxtel, M.P.J., Verhey, F.R.J. & Köhler, S. (2017). Coronary heart disease and risk for cognitive impairment or dementia: Systematic review and meta-analysis. *PlosOne*, 8, s. 1-15.
- Fink, H.A., Hemmy, L.S., MacDonald, R., Carlyle, M.H., Olson, C.M., Dysken, M.W., McCarten, J.R., Kane, R.L., Garcia, S.A., Rutks, I.R., Quелlette, J. & Wilt, T.J. (2015). Intermediate – and Long-Term Cognitive Outcomes After Cardiovascular Procedures in Older Adults. A Systematic Review. *Annals of Internal Medicine*, 163, 2, s. 107 – 125.
- Gäddnäs, F. & Huha, T. (2009). Postoperatiiviset kognitiiviset ongelmat. *Finnanest*, 42, 4, s. 322 – 327.
- Hippeläinen, M. (2011). Pallolaajennus ja ohitusleikkaus. Teoksessa Mäkijärvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.). *Sydänsairaudet*. Helsinki, Kustannus Oy Duodecim, s. 286-300.
- Kennedy, E.D., Choy, K.C.C., Alston, P., Chen, S., Farhan-Alanie, M.M.H., Anderson, J., Ang, Y.L., Moore, D.M., MacKenzie, S.A. & Sykes, R.A. (2013). Cognitive Outcome After On ja Off-pump Coronary Artery Bypass Grafting Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 27, 2, s. 253-265.
- Kettunen, R. (2011). Sepelvaltimotauti ja sydäninfarkti. Teoksessa Mäkijärvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.). *Sydänsairaudet*. Helsinki, Kustannus Oy Duodecim, s. 249-284.
- Kivelä, A. (2011). Pallolaajennus ja ohitusleikkaus. Teoksessa Mäkijärvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.). *Sydänsairaudet*. Helsinki, Kustannus Oy Duodecim, s. 286-300.
- McKhann, G.M., Grega, M.A., Borowicz, L.M., Bailey, M.M., Barry, S.J.E., Zeger, S.L., Baumgartner, W.A. & Selnes, O.A. (2005). Is there cognitive decline 1 year after CABG?. *Neurology*, 65, 1, s. 991 – 999.
- Mäkijärvi, M. (2011). Mitä ovat sydänsairaudet. Teoksessa Mäkijärvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.). *Sydänsairaudet*. Helsinki, Kustannus Oy Duodecim, s. 9-18.
- Ostergaard-Jensen, B., Rasmussen, L.S. & Steinbruchel, D.A. (2008). Cognitive outcomes in elderly high-risk patients 1 year after off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting. A randomized trial. *European Journal of Cardiothoracic Surgery*, 34, s. 1016-20121.
- Selnes, O.A., Grega, M.A., Borowitz, L.M., Royall, R.M., McKhann, G.M. & Baumgartner, W.A. (2003). Cognitive Changes With Coronary Artery Disease: A Prospective Study of Coronary Artery Bypass Graft Patients and Nonsurgical Controls. *The Annals of Thoracic Surgery*, 75, s. 1377 – 1386.
- Selnes, O.A. & Gottesmann, R.F. (2010). Neuropsychological outcomes after coronary artery bypass grafting. *Journal of International Neuropsychological Society*, 16, 221-226.
- Selnes, O.A., Gottesmann, R.F., Grega, M.A., Baumgartner, W.A., Zeger, S.L. & McKhann, G. (2012). Cognitive and Neurologic Outcomes after Coronary-Artery Bypass Surgery. *The New England Journal of Medicine*, 366, s. 250-257.
- Suoranta-Ylinen, R., Salmenperä, M., Vento, A. & Soine, L. (2012). Sydänleikkauspotilaiden neurologiset komplikaatiot. *Duodecim*, 128, s. 929-936.
- Sweet, J.J., Finin, E., Wolfe, P.L., Beaumont, J.L., Hahn, E., Marymont, J., Sandborn, T. & Rosengart, T.K. (2008). *The Annals of Thoracic Surgery*, 85, s. 1571 – 1580.
- Uysal, S. & Reich, D.L. (2013). Neurocognitive Outcomes of Cardiac Surgery. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 27, 5, s. 958 – 971.
- Währborg, P., Booth, J.E., Clayton, T., Nugara, F., Pepper, J., Weintraub, W.S., Sigwart, U. & Stables, R.H. (2004). Neuropsychological Outcome After Percutaneous Coronary Intervention or Coronary Artery Bypass Grafting. *American Heart Association Journals*, 110, s. 3411 – 3417.



NEUROPSY OPEN

Neuropsykologian erikoistumiskoulutuksen julkaisuja
Publications by the Specialisation Programme in Neuropsychology

Helsingin yliopisto, University of Helsinki, 2/2021

Virtuaalitodellisuus aivoverenkiertohäiriöpotilaiden visuospatiaalisten häiriöiden neuropsykologisessa kuntoutuksessa: Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Riitta Eklund

TIIVISTELMÄ

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

Avainsanat:

Neuropsykologinen kuntoutus, virtuaalitodellisuus, visuospatiaalinen häiriö, aivoverenkiertohäiriö

Käytetyt termit ja lyhenteet

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

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

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

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

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

Aineiston haussa käytetyt MeSH-termit:

Perceptual Disorders:

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

(PubMed MEDLINE: MeSH database, 1969)

JOHDANTO

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

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

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

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

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

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

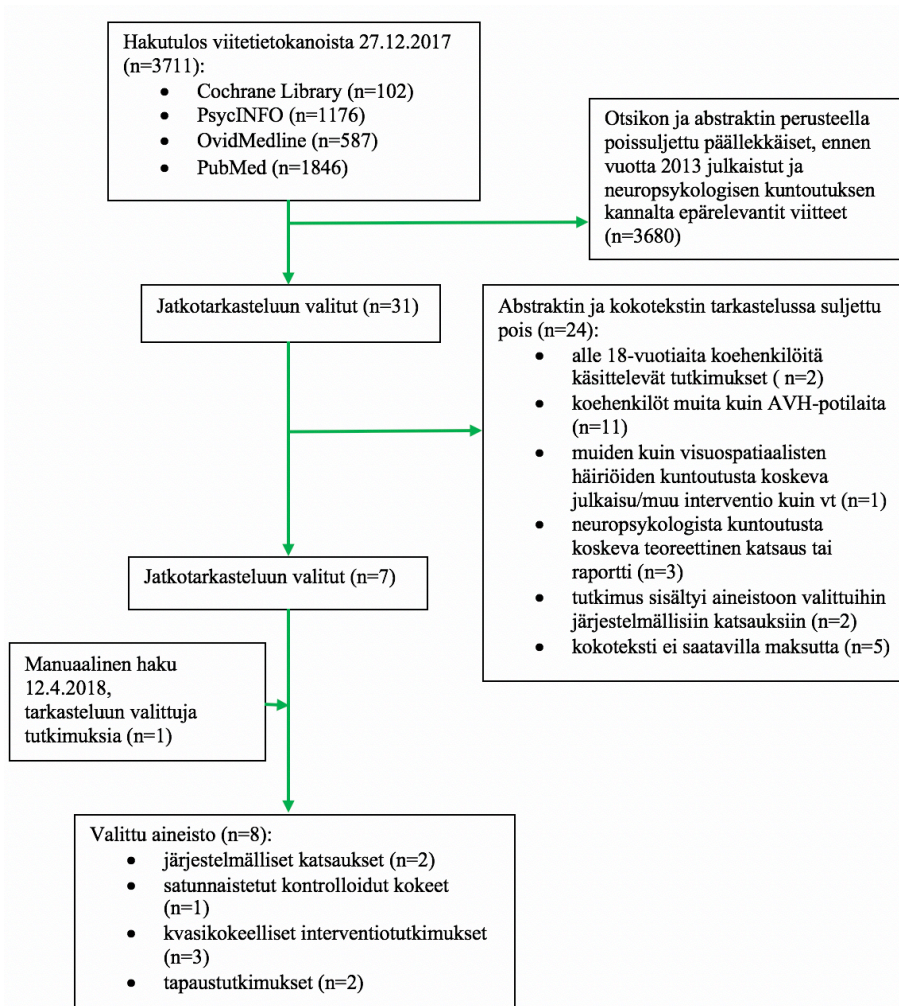
tuvien interventioiden vaikutuksia avaruudellisen tiedonkäsittelyn häiriöiden lievittämisessä.

MENETELMÄT

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

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

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



Kuva 1. Aineiston hakuprosessi

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

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

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

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

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

TULOKSET

Tutkimusten kuvaus

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

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

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

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

TAULUKKO 1. Tutkimusten kuvaus, systemaattiset katsaukset

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

(jatkuu)

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

(jatkuu)

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

Taulukko 2. Tutkimusten kuvaus, alkuperäistutkimukset

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

(jatkuu)

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

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

(jatkuu)

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

(jatkuu)

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

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

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

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

Virtuaalisen kuntoutuksen toteutus ja käyttäjien kokemukset

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

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

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

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

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

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

Kuntoutuksen vaikutukset

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

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

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

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

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

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

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

POHDINTA JA PÄÄTELMÄT

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

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

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

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

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

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

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

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

aalisen kuntoutuksen vaikuttavuuden arvioimiseksi sekä virtuaalitodellisuuden kuntuttavien ominaisuuksien selvittämiseksi.

Riitta Eklund

Helsingin yliopisto

LÄHTEET

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

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

LIITE 1. Hakusanat ja strategia

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

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

LIITE 2. Poissuljetut tutkimukset ja syy

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

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

(Jatkuu)

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

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

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

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

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

Satunnaistetut kontrolloidut tutkimukset:

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

JBI Checklist for Randomized Controlled Trials:

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

Kvasikokeelliset interventiotutkimukset

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

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

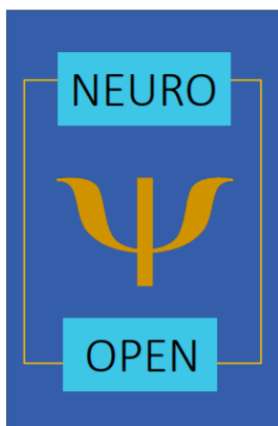
1. Is it clear in the study what is the ‘cause’ and what is the ‘effect’ (i.e. there is no confusion about which variable comes first)? 2. Were the participants included in any comparisons similar? 3. Were the participants included in any comparisons receiving similar treatment/care, other than the exposure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

Tapaustutkimukset

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

JBIChecklist for Case Reports:

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



NEUROPSY OPEN

Helsingin yliopisto, University of Helsinki, 2/2021

Toimituksen valinnat

Toimituksen valinnat on Neuropsy Open -lehden vakiopalsta, jossa toimituksen jäsenet nostavat esiin klinisen neuropsykologian alan viimeaikaisia väitöskirjoja, lisensointitöitä ja pro gradu -tutkielmia. Tämä vuoden 2021 toinen numero keskittyy klinisen aikuisneuropsykologian aiheisiin. Toimituksen valinnat noudattelevat tätä teemaa.

VÄITÖSKIRJOJA

Viimeaikaisia väitöskirjoja aikuisneuropsykologian alalta on PsL **Katri Turusen** työ Executive and memory impairments after first-ever cerebral infarction, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-5911-3>, joka tarkastelee kognitiivisten toimintojen eri osalueiden muutoksia kahden vuoden seurannassa työikäisillä aivoinfarktipotilailla. AINO-projektin aineisto kerättiin Helsingin yliopistollisessa sairaalassa ja Lapin keskussairaalassa. Potilaskohortti koostui kaikkiaan 230:sta 18–65-vuotiaasta henkilöstä, jotka olivat sairastuneet ensimmäiseen diagnosoituun aivoinfarktiin. Tulokset osoittivat, että suurin osa kognitiivisesta kuntoutumisesta tapahtui ensimmäisen 6 kuukauden aikana, jonka jälkeen muutokset olivat enää vähäisiä. Tyypillisimpiä kognitiivisia häiriöitä läpi seuranta-ajan olivat psykomotorinen hidastuneisuus ja toiminnanohjauksen vaikeudet. Toiminnanohjauksen vaikeudet selittivät heikkoa muistisuoriutumista tehtävissä, jotka edellyttivät aktiivisia muististrategioita. Subkortikaalisten infarktien jälkeen todettiin runsaammin

muistivaikeuksia ja psykomotorista hidastumista kuin kortikaalisten infarktien jälkeen. Tulosten perusteella Turunen esittää, että pitkäkestoiset kognitiiviset häiriöt ovat yleisiä myös neurologisesti hyvin toipuneilla työikäisillä aivoinfarktin sairastaneilla potilailla. Tarkka neuropsykologinen tutkimus pian sairastumisen jälkeen on tärkeää, jotta voidaan tunnistaa potilaat, joilla on esimerkiksi työssä selviytymiseen vaikuttavia kognitiivisia häiriöitä. Neuropsykologinen kuntoutus tulisi aloittaa nopeasti, sillä suurin osa kognitiivisesta kuntoutumisesta tapahtuu puolen vuoden kuluessa sairastumisesta. Kognitiiviset oireet ovat kuitenkin pitkäkestoisia, joten kuntoutustarvetta tulee arvioida myös myöhemmässä vaiheessa.

Toinen aikuisneuropsykologiaan liittyvä väitöskirja on fysioterapeutti, TtM **Matti Vartiainen** työ Sport related concussion multidomain evaluation methods in professional ice-hockey, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-6143-7>, jossa tutkittiin urheilussa tapahtuvien aivotärähdysten arvioinnissa käytettäviä monialaisia tutkimusme-

netelmiä ammattijääkiekkoilijoilla. Väitöskirjassa esitettiin suomalaiset viitearvot kognitiiviseen suoriutumiseen (ImPACT®-testi), lukunopeuteen (King-Devick) ja voimalevyillä suoritettuihin tasapainotesteihin. Testisuoriutumisissa ei todettu yhteyttä koulutusvuosiin tai aiempiin aivotärähdyksiin, mutta ImPACT®-testisuoriutumisessa havaittiin yhteys ikään. Suomalaisten jääkiekkoilijoiden suoriutuminen erosi aiemmin julkaistuista tsekin- sekä englanninkielisten jääkiekkoilijoiden suoriutumisesta. Väitöskirjatutkimuksessa tarkasteltiin lisäksi uudenlaisen motoris-kognitiivisen testistön (MotCoTe) käytettävyyttä sekä aivotärähdyksen jälkeisiä muutoksia kognitiivisesti vaikeutuvassa neljän raajan reaktioaikatestissä ja tasapainon hallinnassa. Aivotärähdyksen jälkeen tutkituilla yhdeksällä jääkiekkoilijalla havaittiin heikompaa suoriutumista lähtötilanteeseen verrattuna sekä reaktioaikatestissä että tasapainossa. Kognitiivisesti vaikeammat reaktioaikatestit sekä kahden raajan reaktioaikatestit olivat herkempiä kuin yksinkertaiset reaktioajat. Yhteenvetona Vartiainen esittää, että erilaisen kulttuuri- ja kielitaustan omaaville urheilijoille tarvitaan erilliset viitearvot ja myös ikä tulisi huomioida viitearvoja laadittaessa. Monialaisten arviointimenetelmien kehittäminen on tärkeää aivotärähdyksen seurannan ja kuntoutuksen prosessien kannalta.

PRO GRADU -TUTKIELMIA

Lindholm Emilia: Verenkiertovajauspotilaiden aivojen happeutumisen yhteys kognitiiviseen tasoon tehohoidon päättyessä, pilottitutkimus. Tiivistelmä: <http://hdl.handle.net/10138/323287>

Emilia Lindholmin pro gradu -työn aiheena oli selvittää tehohoidon aikaisen aivojen heikon happeutumisen yhteyttä verenkiertovajauspotilaiden kognitiiviseen suoriutumiseen tehohoidon päättyttyä. Tutkimustiedon perusteella tehohoidolla on havaittu

yhteys kognitiivisen toimintakyvyn ongelmiin, mutta tutkimustietoa heikentymisen syistä on kertynyt vähän. Pro gradu -työssä tutkittiin erityisesti ikää yhtenä heikentymisen riskitekijänä. Tutkimuksen aineistona oli kahdeksan 25-74 -vuotiasta verenkiertovajauspotilasta, joista puolet oli naisia. Opinnäytetyö tehtiin pilottina meneillään olevassa ASSESS-Shock-2 -tutkimuksessa. Aivojen happisaturaatiota arvioitiin tehohoidon aikana lähi-infrapunaspektroskopiolla (NIRS). Kognitiivisen toimintakyvyn arvioinnissa käytettiin Montreal Cognitive Assessment (Moca) -tehtäväsarjaa. Tilastollisilla malleilla tutkittiin happeutumisen tason itsenäistä yhteyttä kognitioon ja tätä yhteyttä, kun ikä ja sukupuoli oli vakioitu. Tuloksena oli, että matala happisaturaatio liittyi heikompaan kognitiiviseen suoriutumiseen, vaikkakaan ei tilastollisesti merkitsevästi. Ikääntyneimmillä happisaturaatio oli matalampi kuin nuoremmilla, ja myös heidän kognitiivinen suoriutumisensa oli heikompaa, mikä viittaa iän merkitykseen yhteyden taustalla, vaikkakaan tätä yhteyttä ei pienessä aineistossa havaittu. Työn tulokset osoittavat, että jatkotutkimukselle on tarvetta.

Levitski Andres: Effects of fatigue on driver performance on slippery roads. Pdf: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/319402/Levitski Andres pro gradu 2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Andres Levitskin pro gradu -työssä tarkasteltiin, miten univajeesta johtuvan väsymyksen tilassa oleva kuljettaja suoriutuu liukkaalla kelillä ajamisesta ja miten haastava olosuhde liittyy kuljettajan ajotapahtumaan kohdistamaan tarkkaavaisuuteen ja väsymyksen määrään. Aineiston 12 miespuolista koehenkilöä olivat 19-21 vuotiaita. Heidän ajamistaan ja vireystilaansa tutkittiin ajosimulaattorissa ajatun 52,5 km matkan aikana neljässä eri asetelmassa: päiväajo, yöajo, kuiva tie, liukas tie. Koettua uneliaisuutta arvioitiin Karolinska Slee-

Toimituksen valinnat

pinness Scalen avulla ja fysiologinen väsymys mitattiin silmänräpäysten pituutta mittaavalla elektro-okulografilla. Ajosuorituksista arvioitiin auton sivuttaissijainnin keskipoikkeamalla ajoradalta, ohjausliikkeiden amplitudin keskiarvolla ja ohjausliikkeiden huippunopeuden keskiarvolla. Ajon jälkeen suorituksesta arvioitiin liikennekartiopujottelutehtävällä. Tulokset osoittavat, että univajeesta kärsivien ajosuorittuminen aluksi parani liukkaalla tiellä ajettaessa, mutta uneliaisuus samalla lisääntyi. Tutkimuksen perusteella haastavat olosuhteet voivat lisätä jo valmiiksi väsyneen kuljettajan uneliaisuutta.

Toimituksen puolesta

Hanna Jokinen-Salmela ja

Annamari Tuulio-Henriksson