

Elina Vaismaa

# **Kognitiivinen ikääntyminen ja näköhavaintokentän harjoittaminen tietokoneella**

Kirjallisuuskatsaus ja aivojumppakerho kehittämishankkeena

Opinnäytetyö

Kevät 2020

SeAMK Sosiaali- ja terveysala

Geronomi AMK



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Sosiaali- ja terveysala

Tutkinto-ohjelma: Geronomi (AMK)

Tekijä: Elina Vaismaa

Työn nimi: Kognitiivinen ikääntyminen ja näköhavaintokentän harjoittaminen tietokoneella – Kirjallisuuskatsaus ja aivojumppakerho kehittämishankkeena

Ohjaaja: Kari Jokiranta

Vuosi: 2020

Sivumäärä: 77

Liitteiden lukumäärä: 1

---

*Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tutkia kognitiiviseen ikääntymiseen vaikuttamista tietokoneharjoittelun avulla. Tutkimuksessa perehdytään kognitiivisen ikääntymisen ilmiöön ja siihen vaikuttamiseen teoria-aineiston pohjalta. Sen lisäksi työssä tutustutaan tarkemmin näköhavaintokentän käsitteeseen. Opinnäytetyö on pääasialliselta toteutukseltaan kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Työn teoreettista osuutta täydentää käytännön kehittämishanke. Opinnäytetyön empirisessä osuudessa pieni ryhmä eläkeläisiä testasi käytännössä näköhavaintokentän harjoittamista tietokoneharjoittelun avulla. Järjestetystä Aivojumppaa tietokoneella -kerhosta saatuja kokemuksia tutkitaan kevyesti palvelumuotoiluajattelun viitekehyksessä. Kokeilulla pyritään ensisijaisesti selvittämään käyttäjäkokemusta ja suunnittelemaan palvelumallia.*

*Kirjallisuuskatsauksen mukaan tutkimukset osoittavat, että kognitiiviseen ikääntymiseen voidaan vaikuttaa monin eri tavoin. Myös kognitiivisen tietokoneharjoittelun avulla on saavutettu lupaavia tuloksia kognitiivisen ikääntymisen hidastamisessa ja kuntouttamisessa. Tietokoneharjoittelulla pyritään saamaan aikaan positiivisia plasztisia muutoksia hermostossa ja näin vaikuttamaan ikääntyessä heikentyviin kognitiivisiin kykyihin, millä on todistettu positiivisia vaikutuksia myös ikääntyneiden päivittäiseen toimintakykyyn. Kognitiivinen tietokoneharjoittelu on varsin uusi harjoittelumuoto, jonka vaikutusmekanismit vaativat vielä lisätutkimusta. Tutkijat kiistelevät keskenään harjoittelun vaikuttavuudesta, mutta näköhavaintokentän harjoittelulla aikaansaadut vaikutukset tunnustetaan yleisesti. Järjestetty aivojumppakerho on hyvä esimerkki siitä, että kurssimuotoinen tietokoneharjoittelu soveltuu myös ikääntyneiden harjoittelumuodoksi. Kurssin osallistujat pitivät tärkeinä sosiaalisuuden, henkilökohtaisen palautteen ja kannustuksen merkitystä harjoittelussa. Kognitiivinen heikkeneminen huolestuttaa ikääntyneitä ja aiheuttaa heille monenlaista haittaa jokapäiväisessä elämässä. Kognitiivinen tietokoneharjoittelu on yksi potentiaalinen tapa vaikuttaa kognitiiviseen ikääntymiseen.*

Avainsanat: kognitiivinen ikääntyminen, neuroplastisuus, kognitiivinen tietokoneharjoittelu, näköhavaintokenttä

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Health Care and Social Work

Degree programme: Degree Programme in Elderly Care

Author: Elina Vaismaa

Title of thesis: Cognitive Ageing and Useful Field of View (UFOV) Training – Literature Review and “BrainGym club” as a Development Project

Supervisor: Kari Jokiranta

Year: 2020    Number of pages: 77    Number of appendices: 1

---

*The purpose of this thesis is to study how to mitigate against the negative effects of cognitive aging with the help of Computerized Cognitive Training (CCT). The thesis examines the phenomenon of cognitive aging and how to influence it. In addition, the work focuses on the concept of Useful Field of Vision (UFOV). This is done based on theoretical research articles and by using descriptive literature review as a scientific method. The theoretical part of the thesis is complemented with a practical development project. In this empirical part, a small group of pensioners practiced their useful field of vision with the computer program designed for it. The experiences gained from this “BrainGym club” are explored loosely through the framework of service design thinking. This is done primarily in order to study the user experience and to design a service model.*

*A review of the research literature shows that cognitive aging can be influenced in many ways. CCT is one of them and promising results have been achieved with CCT in slowing down and rehabilitating cognitive aging. CCT is used to bring about positive plastic changes and to improve cognitive abilities that are affected as we age. According to research literature this can also have positive effects on the daily functioning of the elderly. CCT is a fairly new form of training and it requires further research. The effectiveness of CCT is widely debated among researchers, but the positive results of UFOV training are generally recognized.*

*The “BrainGym club” organized as part of this thesis shows that CCT is a suitable way of training for the elderly. The participants of the course emphasized the importance of social interaction, personal feedback and encouragement in the practice. Cognitive aging worries the elderly as diminishing cognitive abilities impair their daily functioning. Cognitive computer training is one potential way to repair the negative effects of cognitive aging.*

Keywords: cognitive aging, neuroplasticity, Computerized Cognitive Training (CCT), Useful Field of View (UFOV)

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ .....	4
1 JOHDANTO.....	6
2 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS JA TAVOITE.....	8
2.1 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus .....	8
2.2 Kehittämishanke .....	9
3 KOGNITIIVINEN IKÄÄNTYMINEN.....	12
3.1 Kognitiivisen ikääntymisen määritelmä .....	12
3.2 Yleisimmät ikääntymismuutokset, jotka liittyvät ja vaikuttavat kognitioon	15
3.2.1 Ikääntymismuutokset yleisesti .....	15
3.2.2 Näköhavaintokentän käsite ja ikääntymismuutokset näönvaraisessa prosessoinnissa .....	20
3.3 Kognitiivisia ikääntymismuutoksia selittäviä mekanismeja ja teorioita .....	23
3.3.1 Neuroplastisuuden periaate .....	26
3.3.2 Aikuisiän neurogeneesi.....	29
3.3.3 Kognitiivisen reservin teoria.....	31
4 KOGNITIIVISEN TOIMINTAKYVYN RISKI- JA SUOJATEKIJÖITÄ JA KOGNITIIVISEN IKÄÄNTYMISEN HIDASTAMINEN.....	33
4.1 Kognitiiviseen toimintakykyyn ja ikääntymiseen vaikuttaminen.....	33
4.2 Kognitiivinen harjoittelu .....	36
4.3 Ikääntyneiden kognitiivinen tietokoneharjoittelu.....	38
4.3.1 Kiista kognitiivisesta tietokoneharjoittelusta .....	39
4.3.2 Näköhavaintokentän harjoittaminen tietokoneella.....	43

4.3.3 Tietokoneharjoittelun avoimia kysymyksiä .....	47
5 AIVOJUMPPAKERHO KEHITTÄMISHANKKEENA .....	52
5.1 Double Decision -harjoitus .....	53
5.2 Kurssin jatkokehitys käyttäjäkokemusten perusteella .....	57
6 LOPUKSI .....	64
LÄHTEET .....	69
LIITTEET .....	76

## 1 JOHDANTO

Moni ikääntyvä ihminen toivoo, että pysyisi "terävänä" ja voisi jatkaa itsenäistä ja omannäköistä elämää myös vanhuuden päivinä. Eliniän piteneminen tuo nykyvanhuksille uuden haasteen: miten säilyttää fyysinen ja henkinen toimintakyky entistä kauemmin? Yksi olennainen seikka on se, että ikäihmisen kognitiivinen toimintakyky pysyisi kunnossa eli ikääntyvän ajattelu- ja tiedonkäsittelytoiminnot pysyisivät kohtuullisen hyvinä. Eniten ikääntyviä pelottavat muistisairaudet, joista puhutaan paljon. Sen sijaan tavanomainen kognitiivinen heikkeneminen jää vähemmälle huomiolle, vaikka se ilmiönä koskettaa kaikkia nuoruusvuotensa ohittaneita ja alkaa aiheuttaa ongelmia lähes kaikille pitkään eläville. Esimerkiksi päivittäinen ongelmanratkaisu, päätösten teko ja liikkuminen edellyttävät meiltä kaikilta hyviä kognitiivisia taitoja. Elämä nyky-yhteiskunnassa vaatii ikääntyvältä väestöltä aiempaa parempaa kognitiivista toimintakykyä. Erilaisten teknisten laitteiden käyttö ja palveluiden siirtyminen internetiin edellyttävät, että ikäihmisenkin pitäisi yhä vain oppia uutta ja hallita teknisesti monimutkaisia kokonaisuuksia. Kun väestö ikääntyy, vanhusten toimintakyvyn ja itsenäisyyden säilyminen ovat myös merkittäviä yhteiskunnallisia ja kansantaloudellisia kysymyksiä.

Aivojen vanheneminen on luonnollinen prosessi. Viimeisten vuosikymmenien aikana on alettu entistä paremmin ymmärtää, miten ikääntyminen vaikuttaa aivoihin ja kognitioon. Yksi merkittävimmistä tieteellisistä läpimurroista liittyy aikuisten aivojen plastisuuden eli muovautuvuuden periaatteen ymmärtämiseen. Tämän periaatteen mukaan aivojen vähäinen käyttö heikentää tiedonkäsittelytoimintoja, mutta toisaalta uusi tieto osoittaa myös sen, että ikääntyvien kognitiivisia kykyjä voidaan ylläpitää monin eri tavoin. Opinnäytetyössäni nostan esille yhden harjoittelumuodon, joka perustuu positiivisen plastisuuden periaatteeseen. Kyseessä on tietokoneharjoittelu ohjelmilla, jotka on kehitelty eri kognitiivisten taitojen harjoittamista varten. Näistä ohjelmista käsitelen tarkemmin toiminnallisen näkökentän eli näköhavaintokentän harjoittamiseksi kehitettyä harjoitusta.

Voidaanko tietokoneharjoittelun avulla vaikuttaa ikääntyneiden kognitiivisiin kykyihin? Voiko harjoittelu vaikuttaa positiivisesti myös päivittäiseen toimintakykyyn? Nämä ovat ne kaksi ydinkysymystä, joihin ryhdyn tässä opinnäytetyössäni etsimään vastausta.

Aluksi teen kuvailevan kirjallisuuskatsauksen, jossa tarkastelen kognitiivista ikääntymistä käsitteenä ja ilmiönä sekä esittelen kognitiivisen ikääntymisen taustalla vaikuttavia mekanismeja ja siihen liittyviä teorioita. Sitten käsittelen kognitiiviseen ikääntymiseen vaikuttamista ja kuvailen harjoittelua, jonka tavoitteena on hidastaa tätä ikääntymistä. Perehdyttyäni näin kognitiiviseen ikääntymiseen tutkimusmateriaalin pohjalta esittelen lopuksi vielä oman käytännön kehittämishankkeeni. Suunnitelin ja toteutin osana opinnäytetyötäni pienimuotoisen kerhon nimeltä Aivojumbppaa tietokoneella. Tällä kurssilla pieni ryhmä espoolaisia ikäihmisiä tutustui kognitiiviseen tietokoneharjoitteluun ja harjoitti näköhavaintokenttäänsä sitä varten suunnitellun ohjelman avulla.

Tietoa kognitiivisen terveyden ylläpitämisestä on jo runsaasti, mutta tutkimustiedon soveltaminen käytännön toimenpiteiden kehittämiseksi etenee hitaasti. Yleisesti on arvioitu, että kestää jopa 10 vuotta ennen kuin tutkimusten tuottamaa ja tieteellisesti varmistettua tietoa saadaan sovellettua käytännön toimenpiteiksi (Rantanen 2016, 415). Uusia konkreettisia toimintamalleja tarvitaan, jotta ikäihmisten kognitiivista ja päivittäistä toimintakykyä voidaan ylläpitää nykyistä paremmin. Toivon, että opinnäytetyöni esimerkkitapauksineen voi omalta osaltaan auttaa tämän päämäärän saavuttamisessa.

## 2 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS JA TAVOITE

Opinnäytetyöni tavoitteena on selvittää kognitiivisen ikääntymisen käsitettä ja luoda yleiskuvaa tästä laajasta ilmiöstä ja siihen vaikuttamisesta teoria-aineiston pohjalta. Perehdyn työssäni tarkemmin kognitiiviseen tietokoneharjoitteluun ja näköhavaintokentän käsitteeseen. Työni teoreettista yleiskatsausta täydentää pieni empiirinen osuus, jossa esittelen kehittämishankkeeni eli aivojumperhkon. Työni kannalta tämän kokeilun ensisijainen merkitys oli käyttäjäkokemuksen selvittäminen ja palvelumallin suunnittelu.

### 2.1 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Käytän opinnäytetyöni metodina ja tutkimustekniikkana kirjallisuuskatsausta, jonka avulla perehdyn tehtyyn tutkimukseen. Nimensä mukaisesti kirjallisuuskatsaus koostaa tutkimuksien tuloksia eli tekee 'tutkimusta tutkimuksesta'. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus luo kokonaiskuvaa tietystä aiheesta ja asiakokonaisuudesta ja sitä voi luonnehtia yleiskatsaukseksi ilman tarkkoja ja tiukkoja sääntöjä. Käytetyt aineistot ovat laajoja eikä niiden valintaa rajata tarkoilla metodisilla säännöillä. Tutkittava ilmiö pyritään kuvaamaan laaja-alaisesti ja tarvittaessa pyritään myös luokittelemaan sen ominaisuuksia. Kirjallisuuskatsauksen käyttö tieteellisenä tutkimusmetodinä edellyttää analyyttistä ja perusteellista tutkimusotetta sekä tutkittavan aiheen kriittistä uudelleenarviointia. (Salminen 2011, 4-6)

Kirjallisuuskatsauksena toteutettavasta tutkimuksesta voidaan nimetä eri vaiheita: tutkimusongelman asettelu, aineiston hankinta, sen arviointi, analyysi ja tulkinta sekä tulosten esittäminen. Tälle metodille on luonteenomaista, että tutkimusprosessin vaiheet etenevät lomittain. Näin kävi myös minulle, kun työn aihe tarkentui prosessin edetessä. Tutkimusaiheen muotoutumista ohjasivat monet kysymykset kognitiivisesta tietokoneharjoittelusta, kuten esimerkiksi, onko se hyödyllistä/toimivaa ja mitkä ovat harjoittelun vaikutusmekanismit? Työn keskiöön nousivat kysymykset tietokoneharjoittelun vaikutuksista ikääntyneiden kognitioon ja kysymykset harjoittelun



mahdollisista vaikutuksista päivittäiseen toimintakykyyn. Halusin myös selvittää, millä kaikilla tavoilla kognitiiviseen ikääntymiseen voidaan vaikuttaa. Kirjoitusprosessin aikana selkeni, että haluan keskittyä erityisesti yhteen harjoittelumuotoon eli näköhavaintokentän harjoittamiseen.

Aluksi keskitin aineistohaut kognitiiviseen tietokoneharjoitteluun. Suomenkielistä materiaalia aiheesta ei juuri ole saatavilla, joten hakukieleksi valikoitui englanti ja hakusanoiksi mm. Cognitive Training, Cognitive Computer Training, Computerized Cognitive Training ja Computer-based Cognitive Training. Työni edetessä uudet aineistohaut kävivät tarpeettomiksi, sillä jo lukemieni tutkimusartikkeleiden lähdeviitteet ja -luettelot tarjosivat runsaasti lisämateriaalia. Hyvä lähde oli myös Cognitive Training Data -nettisivusto, josta löytyy tutkimuksia kognitiivista tietokoneharjoittelusta. Lopulta tutkimusmateriaalia oli saatavilla lähes liikaa, ja jossain vaiheessa lisämateriaalin kerääminen oli pakko lopettaa. En silti tinkinyt tavoitteestani, joka oli perehtyä aiheeseen ja ymmärtää sitä ilmiönä niin monipuolisesti kuin on mahdollista AMK-opinnäytetyön laajuudessa.

Koska työni aihepiiriä tutkitaan koko ajan aktiivisesti, aiheesta oli helppo löytää hyvinkin tuoretta tutkimusmateriaalia. Tieteellisten julkaisujen kustantajien maksumuurit oli yhtä lailla helppo ohittaa, koska kaikki materiaali löytyi Google Scholar -sivuston avulla ilmaiseksi joko tutkijoiden omilta ResearchGate-sivuilta tai muiden kanavien kautta. Suomenkielisen tutkimusmateriaalin puuttuminen sen sijaan hankaloitti työtäni ja suomenkielisiä vastineita erilaisille termeille ja konsepteille oli välillä hyvin hankala löytää.

## **2.2 Kehittämishanke**

Osana opinnäytetyötäni kuuden hengen ryhmä espoolaisia eläkeläisiä testasi käytännössä näönvaraisen hahmottamisen tietokoneohjelmaa kurssimuotoisesti viiden viikon ajan tammi—helmikuussa 2020. Päätin hyödyntää kurssin kokemukset opinnäytetyön kannalta keräämällä osallistujien käyttäjäkokemuksia ja ottamalla heidät

mukaan kehittämään kurssimuotoista harjoittelua edelleen. Apuna tässä palautteen ja kokemusten keräämisessä sekä palvelumallin ideoimisessa käytin osallistavan suunnittelun ja palvelumuotoilun viitekehystä ja menetelmiä. Sovelsin palvelumuotoiluajattelua tässä työssä hyvin kevyesti, koska aiheenani ei ollut palvelun suunnitteluprosessi kokonaisuudessaan, vaan tavoitteenani oli vain kehittää pienimuotoinen palvelumalli. Näin ollen työni varsinainen painopiste oli toisaalla kuin palvelumuotoilun teoriassa.

Esittelen nyt lyhyesti palvelumuotoiluajattelua ja -teoriaa kahden lähteen pohjalta, jotka ovat SeAMK:n innovaatio-opintoihin liittyvä opintojakso ja Mikko Koiviston Taideteollisen korkeakoulun lopputyö. Koivisto (2007) käsittelee aihetta perusteellisesti työssään, josta löytyy lisää tutkimustietoa palvelumuotoilusta. Palvelumuotoiluajattelun synty liittyy yhteiskunnan elinkeinorakenteen muuttumiseen palveluvaltaisemmaksi, mikä lisäsi tarvetta kehittää palveluista parempia ja asiakaskeskeisempiä. Palvelumuotoilulla tarkoitetaan palvelujen innovointia, kehittämistä ja suunnittelua muotoilun menetelmin. (Koivisto 2007, 10.)

Minulle erityisen käyttökelpoisia palvelumuotoilun ajatuksia olivat ne, jotka liittyvät osallistavaan ja käyttäjäkeskeiseen tai -lähtöiseen suunnitteluun. Aivojumppaa tietokoneella -kurssin aikana näkemykseni vain voimistui, sillä viisi viikkoa harjoitusta tehneet kurssilaiset olivat luonnollisesti parhaita kokemusasiantuntijoita uuden kurssin suunnittelussa. Palvelumuotoiluajattelussa on keskeistä, että asiakkaiden ja käyttäjien tarpeet ja toiveet nostetaan keskiöön. Käyttäjäkeskeisen suunnittelun peruslähtökohta on se, että mukaan suunnitteluun otetaan ne ihmiset, joiden on tarkoitus tulevaisuudessa käyttää kyseistä tuotetta tai palvelua.

Palvelumuotoilussa on tärkeää, että asiakaskokemusta voidaan tarkastella systemaattisesti. Siksi asiakaspalautetta ja käyttäjätietoa pyritäänkin keräämään monin eri tavoin. Perinteisiä menetelmiä ovat mm. markkinatutkimukset, ryhmäkeskustelut, kyselyt ja haastattelut. Tietoa kerätään myös soveltavilla menetelmillä, kuten havainnoimalla, ja uutta innovoidaan usein osallistavan suunnittelun avulla

työpajoissa ja workshopeissa. Käytin työssäni jonkin verran kaikkia edellä mainittuja tiedonkeruumuotoja. Esittelen näitä ideoita tarkemmin otsikolla Aivojumppakerho kehittämishankkeena luvussa 5.

### 3 KOGNITIIVINEN IKÄÄNTYMINEN

Kognitiivisen ikääntymisen tutkiminen on ollut vilkasta viime vuodet. Tutkimusartikkeleja ikääntymisen vaikutuksista kognitioon julkaistaan kiihtyvään tahtiin ja esimerkiksi Yhdysvaltain tiedeakatemia (National Academies tai National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, NASEM) on asettanut kaksi erillistä toimikuntaa selittämään kognitiivisen ikääntymisen vaikutuksia sekä yksilön että koko yhteiskunnan tasolla. Tiedeakatemian asettaman toimikunnan raportti *Preventing Cognitive Decline and Dementia: A Way Forward* julkaistiin vuonna 2017. Viitataan tähän raporttiin jatkossa lyhenteellä NASEM. Samaisen NASEMin alainen Lääketieteellinen instituutti IOM (The Institute of Medicine) asetti oman toimikuntansa, jonka raportti nimeltä *Cognitive Aging: Progress in Understanding and Opportunities for Action. Committee on the Public Health Dimensions of Cognitive Aging* julkaistiin pari vuotta aikaisemmin. Tähän raporttiin viitataan jatkossa lyhenteellä IOM.

#### 3.1 Kognitiivisen ikääntymisen määritelmä

Kognitiivisen ikääntymisen käsite liittyy yleisempään keskusteluun ikääntymismuutoksista ja niiden ”normaaliudesta”. Rowe ja Kahn toivat 1980-luvulla keskusteluun uuden näkökulman termillään ”Successful Aging” eli onnistunut ikääntyminen. Tällä termillä he viittaavat tilanteeseen, jossa ikääntymisen tuoma toiminnallinen heikkeneminen on minimoitu ja jossa ihmisen fysiologinen, kognitiivinen ja sosiaalinen toimintakyky vähenee vain vähän tai ei ollenkaan. Rowe ja Kahn halusivat näin haastaa sen käsityksen, että toimintakyvyn heikkeneminen ikääntyessä on tavanomaista tai ”normaalia”. Heidän mukaansa tutkijat, lääkärit ja suuri yleisö olivat liian valmiita hyväksymään ikääntymismuutokset väistämättöminä tosiasioina, vaikka niitä voidaan estää elämäntapavalintojen avulla (Rowe ja Kahn, 1987 ja 1997). Suomessa onnistuneeseen ikääntymiseen viitataan Rowen ja Kahnin hengessä myös mm. termillä aktiivinen ikääntyminen.

Tutkimuskirjallisuudessa ikääntyneet jaetaan usein kolmeen ryhmään kognitiivisten toimintojen muutosten perusteella: normaali ikääntyminen, lievä kognitiivinen heikentyminen eli MCI (mild cognitive impairment) ja muistisairaudet, joista englanninkielisessä kirjallisuudessa käytetään yleisesti termiä dementia. Toisin kuin Rowen ja Kahnin terminologiassa tässä kolmijaossa normaalin ikääntymisen käsitettä käytetään siis kuvaamaan sellaista toivottua tilannetta, jossa ei ilmene ikääntymiseen yleisesti yhdistettyjä kielteisiä ikääntymismuutoksia eikä sairauksia, ei esim. Alzheimerin taudin seurauksia.

Termi kognitiivinen ikääntyminen kehitettiin alun perin osittain siksi, että haluttiin selkiyttää, tarkoittaako käsite "normaali" ikääntymisen yhteydessä haluttua vaiko epätoivottua tilaa ja toimintakykyä. (IOM 2015, 33.) IOMin mukaan termin 'kognitiivinen ikääntyminen' käyttö on perusteltua myös siksi, että eri ihmisten kognitiiviset kyvyt vaihtelevat huomattavasti ja yhtä lailla vaihtelevat ikääntymisen tuomat muutokset, niiden ilmestymisajankohta ja etenemisnopeus. Näin ollen "normaalina" kognitiivista ikääntymistä on vaikea mitata tai määritellä. (IOM 2015, 33-34.) Englanninkielisessä tutkimuskirjallisuudessa käytetään myös termiä Age-related cognitive decline (ARCD) eli ikäsidonainen kognitiivinen heikentyminen synonyyminä kognitiiviselle ikääntymiselle (NASEM 2017, 2).

Kognitiivisella ikääntymisellä viitataan niihin tiedonkäsittelyyn liittyviin muutoksiin, jotka ovat yhteydessä ajattelutoimintojen tilaan ihmisen ikääntyessä (Hänninen 2016, 210). IOMin työryhmä määrittelee kognitiivisen ikääntymisen "asteittaisena ja jatkuvana prosessina kognitiivisissa toiminnoissa tapahtuvia muutoksia ihmisen vanhetessa" (IOM 2015, 20-21). IOMin raportti luokittelee seuraavat piirteet ominaisuuksiksi, jotka määrittelevät kognitiivista ikääntymistä:

- Kognitiivinen ikääntyminen on luontaista ihmisille ja eläimille.
- Sitä esiintyy kaikilla eikä se ole sidoksissa kognitiivisten toimintojen alkupe-  
räiseen tasoon.
- Prosessi on erittäin dynaaminen ja vaihtelee paljon yksilöllisesti.

- Kaikki kognitiiviset kyvyt eivät muutu tai heikkene, ja jotkut voivat ikääntyessä jopa parantua. Ikääntyneiden on mahdollista vahvistaa tiettyjä kognitiivisia taitoja.
- Kognitiivisen ikääntymisen fysiologinen/biologinen ymmärtäminen on edistynyt vasta viime vuosina, mutta se tiedetään, että siihen liittyy rakenteellisia ja toiminnallisia muutoksia aivoissa. Se ei ole kliinisesti määriteltävissä oleva neurologinen tai psykiatrinen sairaus, kuten Alzheimerin tauti, eikä siihen väistämättä sisälly hermosolujen kuolemaa eikä hermostoa rappeuttavaa dementiaa (niin kuin Alzheimerin tautiin).

Kognitiivinen ikääntyminen ei siis ole sairaus eikä mitattavissa oleva toiminnan taso. Ikääntyneiden kognitiivinen terveys tarkoittaa puolestaan kognitiivisen toimintakyvyn optimaalista säilymistä. (IOM 2015, 2-20.) Kognitiivisesta vanhenemista ja ikääntymismuutoksiin vaikuttamista käsitellään tässä työssä ensisijaisesti sellaisena tiedonkäsittelyn heikkenemisenä, joka ei liity aivoja rappeuttaviin degeneratiivisiin sairauksiin, kuten muistisairauksiin.

Käytännössä on tosin vaikeaa erotella, milloin heikkeneminen liittyy degeneratiivisiin sairauksiin ja milloin ei. Ensinnäkin on erittäin hankalaa erottaa toisistaan kognitiivisen ikääntymisen ja (varsinkin) neurodegeneratiivisen häiriön alkuvaiheita. Toisekseen on yhtä lailla hankalaa hahmottaa, missä kulkee niiden välinen raja. IOMin toimikunnan mukaan neurodegeneraation ja muun kognitiivisen ikääntymisen erottaminen on mahdollista mm. kognitiivisen testauksen ja kuvantamisen avulla. Myös erilaisia biomerkkiaineita voidaan käyttää helpottamaan sen määrittelyä, onko esimerkiksi Alzheimerin tauti syynä havaittuun kognitiiviseen heikentymiseen. Erotteludiagnoosien tekeminen on kuitenkin haastavaa ja IOMin mukaan vaaditaan vielä paljon lisää tutkimusta ennen kuin saadaan määriteltyä selkeästi myös se, kuinka kognitiivisen ikääntymisen ja lievän kognitiivisen ikääntymisen (MCI) diagnoosit eroavat toisistaan. (IOM 2015, 45-46.)

## 3.2 Yleisimmät ikääntymismuutokset, jotka liittyvät ja vaikuttavat kognitioon

Kognitiivisilla toiminnoilla tarkoitetaan niitä prosesseja, jotka mahdollistavat tiedon käsittelyn eli tiedon vastaanoton, käsittelyn, varastoinnin ja jakamisen. Kognitiivisia toimintoja jaotellaan tutkimuskirjallisuudessa hieman eri tavoin, mutta yleisimmin kognitiivisiin toimintoihin luetaan *havaintotoiminnot*, kuten aistihavaintojen käsittely, tarkkaavaisuus sekä ajan ja tilan hahmottaminen, *muistitoiminnot*, tiedon jakamisen mahdollistavat *kieli ja kommunikaatio* sekä *ajattelutoiminnot*, kuten suunnittelu, päättely, ongelmanratkaisu ja päätöksenteko. Toiminnanohjauksen käsitteellä viitataan monesti erikseen prosesseihin, jotka yhdistävät yksinkertaisemmat kognitiiviset toiminnot monimutkaiseksi tavoitteelliseksi toiminnaksi, kuten päätöksenteoksi, organisoinniksi ja suunnitteluksi. (Hänninen 2016, 210.; IOM 2015, 18-19.)

Kognitiiviseen toimintaan liittyy läheisesti myös havaintomotoriikka eli prosessi, joka tuottaa tarkoituksenmukaisia liikkeitä ja toimintoja, esimerkiksi käden liikkeen. Havaintomotorisessa prosessissa on keskeistä keskushermoston sekä havainnoivien ja suorittavien järjestelmien jatkuva yhteistoiminta. (Pajala, Sihvonen & Era, 2016, 175.) Monien tutkijoiden mukaan motoriikkaa, aistihavaintoja ja muita kognitiivisia toimintoja ei tulisikaan käsitellä toisistaan erillisinä järjestelminä, sillä ne ovat itse asiassa yksi suuri kokonaisuus, jossa informaatio kulkee jatkuvasti edestakaisin. Tämän vuoksi minkä tahansa järjestelmän häiriö vaikuttaa muidenkin järjestelmien toimintaan. (Mahncke, Bronstone & Merzenich 2006, 88.)

### 3.2.1 Ikääntymismuutokset yleisesti

Kognitiivinen kehitys jatkuu koko elämän ja ikääntyminen vaikuttaa eri kognitiivisiin taitoihin eri tavoin. Osa kognitiivisista kyvyistä säilyy entisellään pitkäänkin tai ne voivat jopa kehittyä, mutta monet toiminnot heikkenevät ikääntyessä. On tärkeää erottaa eri kognitiiviset toiminnot toisistaan, koska eri taidoilla on erilainen rooli tiedon ja käyttäytymisen prosessoinnissa. (IOM 2015, 2.) Tutkimusten mukaan jotkin kognitiiviset kyvyt alkavat heiketä varsin varhaisessa vaiheessa, jo 20–30

ikävuodesta eteenpäin, ja vanhemmiten heikkenevät erityisesti nopeuteen ja muistiin liittyvät toiminnot (Salthouse 2009). Arvostetussa Seattle Longitudinal Study (SLS) -tutkimuksessa yhdistettiin sekä poikkileikkaus- että pitkäaikais tutkimusmenetelmiä ja havaittiin, että kielelliset kyvyt säilyvät ikääntyessä parhaiten. Eniten muutoksia tapahtui tehtävissä, jotka liittyivät työmuistiin, suoritusnopeuteen ja avaruudellisen hahmottamiseen. (Hänninen 2016, 212.)

Kognitiivisen ikääntymisen ilmiön monitahoisuutta lisää se, että ikääntyvien suoriutumisessa on erittäin suuria yksilöllisiä eroja. Ihmisten kognitiiviset kyvyt vaihtelevat alun alkaenkin suuresti. Tämän lisäksi kognitiiviset ikääntymismuutokset eroavat yksilöittäin niin suunnaltaan, suuruudeltaan kuin ajoitukseltaan, minkä vuoksi näyttäisi siltä, että yksilöiden väliset kognitiiviset suorituserot vain lisääntyvät vanhetessa. Kognitiivisen ikääntymisen ymmärtäminen on hyvin haasteellista osittain juuri sen vuoksi, että ilmiöön liittyy niin paljon erityyppistä vaihtelua. (IOM 2015, 32; Hautala 2013, 29.)

Kognitiivisia taitoja mitataan perinteisesti sekä älykkyystesteillä että neuropsykologisilla testeillä. Monet tekijät, kuten ammatti, koulutus, ympäristö, kulttuurilliset ja terveydelliset tekijät vaikuttavat testeissä suoriutumiseen, joten useat eri aikoina tehdyt testit mittaavat parhaiten yksittäisen ihmisen kognitiivista suoritustasoa. (IOM 2015, 3.; Salthouse 2009, 513.) Yleisesti ottaen ikääntyneet eivät ryhmänä pärjää testeissä yhtä hyvin kuin nuoremmat. Kognitiivisten kykyjen suuren yksilöllisen vaihtelun vuoksi on kuitenkin hyvin yksilöllistä myös se, kuinka kukin suoriutuu testeissä. Yksittäiset ikääntyneet voivat suoriutua testeissä yhtä hyvin tai jopa paremmin kuin nuoremmat aikuiset. Ikääntyneiden huonoa testimenestystä selitetään osittain testitilanteiden stressaavuudella, koska niissä on usein tilanteita, jotka vaativat nopeaa reagointia. Tämä vaatimus reagoinnin nopeudesta koettelee erityisesti ikäihmisten kognitiota.

On myös huomattava, että kognitiivisia taitoja mittaavat testit eivät mittaa ikääntyneiden selviämistä päivittäisissä toimissa, koska toimintakykyä voi tutussa



ympäristössä kompensoida monin tavoin kokemuksen, erilaisten apukeinojen ja strategioiden avulla. Kognitiiviset ja neuropsykologiset testit eivät siis kuvaa ihmisen toiminnan monimutkaisuutta eivätkä selviytymistä päivittäisistä toimista. (IOM 2015, 56.) Sen lisäksi väestötasolla voidaan havaita kognitiivisen toimikyvyn kohoamista. Esimerkiksi Suomessa kognitiivisten tehtävien tulokset ovat parantuneet kaikissa ikäryhmissä vuodesta 2000 vuoteen 2011. Yleisesti ajatellaan, että muutoksen taustalla on tekijöitä, jotka liittyvät koulutustason kohoamiseen, ravintoon, terveydenhoitoon ja aivoverenkierron häiriöiden vähenemiseen. (Hänninen 2016, 212.; Sainio ym. 2016, 59-60.)

Kognitiivisten kykyjen heikentymistä on pidetty myös myyttinä, joka luo tarpeettoman synkän kuvan vanhenemisesta sekä ikääntyville itselleen että koko yhteiskunnan tasolle. Tämän teorian mukaan muistitoiminta, esim. muistiin palauttaminen hidastuu iän ja oppimisen tuoman lisääntyvän tiedon määrän vuoksi. (Ramscar ym., 2014.) Useimmat tutkijat ovat kuitenkin keskenään yksimielisiä siitä seikasta, että useat kognitiiviset kyvyt heikentyvät iän karttuessa.

Kun tarkastellaan kognitiivisia kykyjä, käytetään usein jaottelua joustaviin ja kiteytyneisiin toimintoihin tai älykkyyteen. Joustavia toimintoja ovat mm. havainto- ja prosessointinopeus, työmuisti, uuden oppiminen ja sen varassa tapahtuva päättely. Näille toiminnoille on ominaista, että ne heikkenevät ikääntyessä. Kiteytyneet toiminnot, kuten yleistieto, tiedot ja taidot jostain tietystä aiheesta ja kielellinen päättely liittyvät elinikäisiin kokemuksiin ja tietoihin. Nämä toiminnot puolestaan säilyvät melko hyvin ja voivat jopa parantua vanhetessa. (Park & Bischof 2013, 110.; IOM 2015, 41-42.; Hänninen 2016, 211-212.) Yleisesti ajatellaan, että myös viisautta kehitetään iän karttuessa. Viisautena pidetään mm. kokemukseen perustuvaa selkeää ajattelua sekä elämän aikana kertyneen tiedon määrää ja sen soveltamista syvällisesti ja monipuolisesti. Viisautteen liittyy myös pyrkimys ymmärtää elämän tarkoitusta ja merkitystä. (IOM 2015, 42., Ruoppila 2016, 227.)

Tutkimusten mukaan yksi ikääntymiseen keskeisesti liittyvä piirre on suoritusten hidastuminen ja reaktioajan pidentyminen. Hidastumisen vaikutukset ulottuvat aistihavainnoista motoriikkaan ja kaikkialle kognitiivisiin toimintoihin. (Hautala 2013, 33.) *Kognitiivinen prosessointinopeuden yleinen hidastuminen* vaikuttaa muiden kognitiivisten toimintojen, kuten työmuistin ja puheen käsittelyn tehokkuuteen, joten hidastuminen vaikuttaa merkittävästi myös käyttäytymiseen ja ihmisten väliseen vuorovaikutukseen. Prosessointinopeus vaikuttaa lisäksi nopeatahtisten tehtävien suoritusnopeuteen, kuten ajotaitoon ja kykyyn muistaa puhutut ohjeet. (IOM 2015, 32-34.) Tätä nopeuden hidastumista pidetäänkin usein yhteisenä tekijänä, joka selittää ikääntyneiden kognitiivisten kykyjen heikkenemistä (Salthouse 1996). Prosessointinopeuden hidastuminen heikentää myös *kahta tarkkaavaisuuden lajia*: valikoivaa tarkkaavaisuutta eli kykyä suodattaa tietoa ja keskittyä valittuihin ärsykkeisiin muiden samankaltaisten ärsykkeiden kustannuksella sekä jaettua tarkkaavaisuutta eli kykyä jakaa tarkkaavaisuutta moneen eri toimintaan. Sen sijaan ikääntyminen ei näytä heikentävän kykyä ylläpitää tarkkaavaisuutta pitkiä aikoja. (IOM 2015, 36.)

Muistin heikkeneminen on muistisairauksien vuoksi yksi ikääntyneiden yleisimmistä peloista. *Muisti* onkin erittäin tärkeä kognitiivinen taito, sillä se liittyy kaikkeen tiedon käsittelyyn, uusiin tilanteisiin sopeutumiseen ja oppimiseen. Muistitoimintoja on useita erilaisia ja jotkin muistitoiminnot pysyvät melko muuttumattomina ikääntyessä, mutta yleisesti heikkenee varsinkin työmuisti eli kyky tallentaa lyhytkestoisesti tietoa samalla kun sitä käsitellään tai käytetään. Työmuistilla on keskeinen rooli uuden oppimisessa ja monissa muissa toiminnoissa. Se on myös perusta muille kognitiivisille kyvyille, kuten kielen käsittelylle, ongelmien ratkaisemiselle ja päätöksenteolle. Siten työmuistin heikkeneminen ja hidastuminen vaikuttavat siihen heikkeneeseen, jota muissa kognitiivisissa kyvyissä ilmenee ikääntyessä. (IOM 2015, 36-38.; Suutama 2016, 216-218.)

*Toiminnanohjaus* on termi, jolla viitataan päätöksentekoon, toiminnan organisointiin ja suunnitteluun sekä ihmisen kykyyn säädellä toimintaansa tilanteen vaatimusten mukaisesti. Myös tämä kyky ohjata omaa toimintaa heikkenee ikääntyessä. Käyttäytymisen säätelyyn ja muokkaamiseen tarvitaan monia taitoja. Näitä ovat

mm. aloitteellisuus, joustavuus, kyky suunnitella ja organisoida tietoa, abstrakti ajattelu, ongelmien ratkaisu, uusiin tilanteisiin mukautuminen, itsetarkkailu, ylimääräisten ärsykkeiden ehkäisy ja tunteiden säätely. Kun toiminnanohjaus vanhemmiten heikkenee, se voi haitata päivittäistä toimintakykyä. Varsinkin vaativimmat välineelliset arkitehtävät eli IADL-tehtävät (Instrumental Activities of Daily Living), kuten kauppa- ja pankkiasioiden hoito, kulkuvälineiden käyttö ja lääkkeitä huolehtiminen vaikeutuvat ikääntyessä. Päättelykyvyllä tarkoitetaan loogista ajattelua tai prosessia, jossa tehdään johtopäätöksiä niistä tiedoista, jotka tukevat ongelmanratkaisua tai päätöksentekoa. Myös tämä kyky heikkenee ikääntyessä. (IOM 2015, 39.; Hänninen 2016, 210-212.)

Yhtä lailla *avaruudellinen hahmottaminen* eli kyky visuaalisten kuvien säilyttämiseen ja käsittelyyn yleensä heikkenee vanhemmiten. Avaruudelliseen hahmottamiseen sisältyy mm. kyky tunnistaa muotoja ja kasvoja, hahmottaa etäisyyksiä ja suuntia. Ikääntyvät suoriutuvat nuorempiaan heikommin tehtävistä, jotka vaativat esineiden kääntelyä mielikuvissa, visualisointikykyä tai esineiden sijainnin muistamista. Avaruudellisen hahmottamisen taidot ovat tärkeitä monissa arkisissa tehtävissä, kuten ympäristön hahmottamisessa, reittien oppimisessa, tien löytämisessä ja kartan lukemisessa. (IOM 2015, 40-41.)

Ikääntymismuutokset keskushermostossa vaikuttavat laajasti sekä *motorisiin taitoihin että havaintomotoriikkaan*. Havaintomotoriikalla tarkoitetaan prosessia, joka tuottaa tarkoituksenmukaisia liikkeitä ja toimintoja aistihavaintojen avulla. Havaintomotoriikan ikääntymismuutokset näkyvät mm. sekä reagointi- että suoritusnopeuden hidastumisena. Ikääntynyt siis reagoi entistä hitaammin erilaisiin näkö-, ääni- ja kosketusärsykkeisiin ja hänen suoritusnopeutensa alenee tilanteessa, jossa pitää tuottaa tietty liike tai ääni. Reaktioaika alkaa hidastua nopeasti 50. ikävuoden jälkeen, mutta tämä hidastuminen on hyvin yksilöllistä niin laadultaan kuin etenemisnopeudeltaan. (Pajala ym. 2016, 175-176.)

*Kielelliset kyvyt* säilyvät ikääntyessä melko hyvin, ja esimerkiksi sanaston hallinta ei yleensä heikkene merkittävästi iän karttuessa. Sen sijaan kyky tuottaa kieltä heikkenee, mikä ilmenee vaikeuksina löytää sanoja ja välttää epä johdonmukaista kielenkäyttöä. Myös puhutun kielen lauserakenteilla on taipumus yksinkertaistua vanhetessa. (IOM 2015, 40-41.) Kielellisten kykyjen ikääntymismuutokset voivat osittain liittyä *aisti-informaation ja sen prosessoinnin heikentymiseen*. Kuulon heikkeneminen voi johtua patologis-anatomisista ikääntymismuutoksista sisäkorvassa ja kuulonvaraisten aistivahaintojen käsittelyn hidastumisesta keskushermostossa. Puheen ymmärtämiseen tarvitaan korvan, kuuloradan ja kuuloaivokuoren toiminnan lisäksi useiden aivoalueiden laajaa neuraalista yhteistyötä. (Sorri & Huttunen 2016, 188-189.) Kuulon heikkeneminen ja puheen ymmärtämisen vaikeudet ilmenevät monesti siten, että on hankala ymmärtää ja muistaa epäselvää tai nopeasti puhuttua kieltä sekä hankala kuulla meluisissa ympäristöissä. (IOM 2015, 40-41.)

Ikääntyneillä on usein ongelmia myös *näkökyvyssä ja näönvaraisen aisti-informaation prosessoinnissa*. Siirryn seuraavaksi tarkastelemaan lähemmin näköhavaintokentän käsitettä ja näönvaraisen prosessoinnin ongelmia.

### **3.2.2 Näköhavaintokentän käsite ja ikääntymismuutokset näönvaraisessa prosessoinnissa**

Näkökentällä tarkoitetaan sitä aluetta, jonka henkilö näkee liikuttamatta silmiään. Silmälääkärin tai optikon tekemä näkökenttätutkimus on tärkeä diagnostinen menetelmä ja tapa seurata monia silmään vaikuttavia sairauksia. (Jäntti & Leino 2017, 1.) Sanders esitteli 70-luvulla konseptin *functional visual field*, jonka vastineita ovat Verriesten ym. *occupational visual field* sekä Ballin ym. *useful field of view*, UFOV. Näillä kolmella termillä tarkoitetaan sitä näkökentän osa-aluetta, josta kerätään visuaalista informaatiota katseen kohdentamisen aikana päätä tai silmiä liikuttamatta. Tutkimuskirjallisuudessa Ballin ym. käsite UFOV sekä heidän kehittämänsä UFOV-testi ja -harjoitus ovat näistä käytetyimpiä. (Edwards ym. 2006, 275.) Ball ym. kehittivät UFOV-konseptin havaittuaan, että ikääntyneillä ilmenee usein päivittäiseen

toimintaan liittyviä näkemisen vaikeuksia, jotka eivät tule ilmi normaaleissa näkö- tai näkökenttätutkimuksissa. Nämä ongelmat eivät siis johdu näöntarkkuudesta, silmien terveydentilasta tai näkökentän ongelmista. UFOV-testi suunniteltiin arvioimaan toiminnallista näköä eli mittaamaan kohteiden nopeaa paikallistamista ja tunnistamista visuaalisesti monimutkaisissa ympäristöissä ja mittaamaan laajaa näkökentän käyttöä samanaikaisesti. (Ball ym. 1988, 2210).

UFOV-konseptille ei ollut suomenkielistä vastinetta ennen kuin Katri Jäntti ja Otto Leino kehittivät opinnäytetyössään käännökset toiminnallinen näkökenttä tai näköhavaintokenttä. He määrittelevät, että näköhavaintokenttä on näkökentän toiminnallinen osa-alue eli näkökentän sisällä oleva dynaaminen näköhavaintokenttä. (Jäntti & Leino 2017, 19.) Käytän työssäni molempia suomenkielisiä termejä.

Yksilöiden kyvyt tulkita ja hyödyntää ympäristön visuaalista informaatiota eroavat suuresti ihmisestä toiseen. Toiminnallinen näkö koostuu useista eri tekijöistä. Näitä tekijöitä ovat mm. kontrastiherkkyys, näöntarkkuus, kyky havaita liikettä, syvyysnäkö, havaintonopeus, huomion kohdistamiskyky sekä toiminnallisen näkökentän herkkyys ja laajuus. Ikääntyessä näköaistissa tapahtuu fysiologisia ja anatomisia muutoksia, esim. verkkokalvolla. Samoin heikkenevät yleisesti näkökyvyn eri osa-alueet, mm. kontrastien ja värien erotuskyky, hämäränäkö ja näöntarkkuus. Myös hermojärjestelmän visuaalisen informaation prosessoinnin hyötysuhde pienenee eli käytettävissä olevasta informaatiosta yhä pienempi osa kyetään siirtämään aivoihin ja tulkitsemaan. Näköhavainnon muodostuminen vaatii monimutkaista visuaalisen informaation prosessointia, jolla näkökentässä oleva kohde havaitaan, paikannetaan, tunnistetaan tarkemmin ja tulkitaan. Siksi vanhemmiten hidastuu myös havaintonopeus eli visuaaliseen hakuun kuluva aika. 60–70-vuotiaiden hakuajat ovat keskimäärin kaksinkertaiset verrattuina 20–30-vuotiaiden hakuaikeihin. (Näsänen 2007, 15.)

Ikääntyneet kokevat jopa viisi kertaa nuorempia enemmän vaikeuksia niissä päivittäisissä toiminnoissa, joissa tarvitaan perifeeristä näköä ja visuaalista hakua

monimutkaisissa visuaalisissa ympäristöissä (Ball ym. 1988, 2210). Visuaalisen informaation prosessointikyvyn hidastuminen aiheuttaa jokapäiväiseen elämään monia näkemiseen ja liikkumiseen liittyviä hankaluuksia. Ongelmat voivat ilmetä vaikeuksina mm. löytää haluttu visuaalinen kohde tai selvittää liikenteessä. Ikääntyneet saattavat myös kokea, että kohteet ilmestyvät yllättäen näkökenttään. (Jäntti & Leino 2017, 23.)

Näköhavaintokentän heikkous hankaloittaa erityisesti autolla ajamista. Ajaessa on vaikeaa havainnoida liikennemerkkejä ja -valoja, muita autoilijoita, tielläliikkujia ja ympäristöä sekä prosessoida tätä informaatiota, kun maisema vaihtuu samalla nopeasti. Vaihtelevat ajo-olosuhteet, kuten sade, pimeys ja kirkas vastavalo luovat lisähaasteita ajotilanteisiin. Tutkimukset osoittavat, että iäkkäiden kuljettajien näköhavaintokentän heikentymisen ja ajokyvyn välillä on selkeä yhteys. Niillä iäkkäillä autoilijoilla, joiden näköhavaintokenttä on merkittävästi heikentynyt, on siten suurempi riski joutua auto-onnettomuuteen (Clay ym. 2005; Ball ym. 2010). Liikenteessä toimiminen edellyttää, että yhteistoiminta sujuu myös muiden kognitiivisten taitojen, kuten havaintomotoriikan, reaktionopeuden ja valikoivan tarkkaavaisuuden kesken.

Näköhavaintokentän toimintaa voidaan tutkia sitä varten kehitetyllä tietokoneohjelmalla. Näköhavaintokentän tutkimista suositellaan erityisesti niiden ikääntyneiden testaamiseen, jotka valittavat toiminnallisista näkemisen vaikeuksista. Tietokoneella tehtävä näköhavaintokentän UFOV-testi mittaa visuaalisen informaation prosessointikykyä, mutta suoriutuminen testissä korreloi myös monien muiden tekijöiden kanssa, jotka liittyvät ikääntyneiden toimintakykyyn. (Edwards ym. 2006, 275-276.) Näköhavaintokentän toimintaa voidaan myös harjoittaa ja näin vähentää visuaalisen prosessointinopeuden heikkouksia. Tietokoneella tehtävät näköhavaintokentän harjoitukset ovat nonverbaalisia harjoituksia. Ne on suunniteltu siten, että harjoituksissa pitää hakea, paikallistaa ja tunnistaa kohteita monimutkaisesta visuaalisesta ympäristöstä käyttämällä samanaikaisesti sekä keskeistä että perifeeristä näkökenttää. Harjoittelulla pyritään parantamaan niin näköhavainnon prosessoinnin nopeutta kuin tarkkuutta. (Ball ym. 1988.). Tutkimuksissa on todettu, että kun ikääntyvien

visuaalinen prosessointi parantuu, niin samalla heidän toimintakykynsä ja elämänlaatunsa kohenevat monin tavoin. Esittelen näitä näköhavaintokentän harjoittamiseen liittyviä tutkimustuloksia tarkemmin kohdassa 4.3.2 Näköhavaintokentän harjoittaminen tietokoneella.

### **3.3 Kognitiivisia ikääntymismuutoksia selittäviä mekanismeja ja teorioita**

Biologisia teorioita yleisestä vanhenemisesta on yhteensä noin 300 (Portin 2016, 113) ja tuhansissa tutkimuksissa on selvitetty niitä aivojen fyysisiä, rakenteellisia, toiminnallisia ja kemiallisia muutoksia, jotka liittyvät ikääntymiseen (Mahncke ym. 2006, 83). Tutkimuksissa ei silti ole löytynyt yhtä yhtenäistä mallia selittämään kognitiivisten toimintojen muutoksia, joita ikä tuo tullessaan. Yleinen käsitys on, että ikääntymistä tai kognitiivista heikentymistä ei voida selittää yhdellä ainoalla teoriolla, vaan vanhenemiseen liittyvät ilmiöt ja mekanismit johtuvat useista eri tekijöistä. Ikääntymistä tai kognitiivista heikentymistä selitetäänkin useilla erilaisilla teorioilla. (Dinse 2006, 58.)

Ikääntyminen näkyy aivoissa fysiologisina, rakenteellisina ja toiminnallisina muutoksina, vaikka varsinaista neuronikatoa ei ilmenisi. (IOM 2015, 3.) Ihmisaivojen fyysisten ikääntymismuutosten tutkiminen on teknisesti haastavaa. Tutkimista vaikeuttavat myös merkittävät yksilökohtaiset erot aivojen rakenteissa, minkä vuoksi tarvitaan useita eri aikoina suorittuja tutkimuskertoja, jotta ikääntymismuutokset voidaan edes havaita.

Yleisesti tiedetään, että ihmisaivoissa ilmenee jossain määrin solukatoa, hermosolujen tilavuuden pientymistä ja tiettyjen hermosolujen tuojahaarakkeiden eli dendriittien vähenemistä, erityisesti otsalohkossa ja hippokampuksessa. Nämä muutokset eivät yleensä kuitenkaan ole merkittäviä. (Dinse 2006, 59.; Erkinjuntti 2009, 113.; Hänninen 2014, 213.) On silti huomattava, että surkastumista esiintyy eritoten niillä aivokuoren alueilla, jotka liittyvät kognitioon, erityisesti muistin, aistihavaintojen ja motoristen toimintojen käsittelyyn (Mahncke ym. 2006, 84). Myös

valkean ja harmaan aivoaineen muutokset aivoissa lisääntyvät ikääntyessä. Nämä fyysiset ikääntymismuutokset aivoissa ovat erittäin yksilöllisiä, ja täten on yksilöllistä myös se, minkä verran ne vaikuttavat kunkin ikääntyneen kognitiiviseen suoriutumiseen. (Dinse 2006, 59.; Erkinjuntti 2009, 113.; Hänninen 2014, 213.)

Yleisesti ajatellaan, että kognitiivisen ikääntymisen taustalla on fyysisen rapistumisen lisäksi tekijöitä, jotka liittyvät heikentyneisiin hermoyhteyksiin ja välittäjäaineisiin. Eri välittäjäaineiden, kuten dopamiinin määrä/eritys vähenee ikääntyessä, mikä vaikuttaa osaltaan myös hermoyhteyksien eli synapsien heikkenemiseen ja hermoston välitysnopeuden hidastumiseen. Myös aistinelinten muutokset, aivosolujen väheneminen ja aivosolujen toimintaa heikentävät kardiovaskulaariset tekijät voivat vaikuttaa signaalien heikkenemiseen. Lisäksi keskushermostossa on jatkuvasti ns. taustakohinaa eli signaalien jälkivaikutuksia ja häiriösignaaleja. (Pajala ym. 2016, 178-180.; Mahncke ym. 2006.) Häiriösignaaliteoria esittää, että kyky erottaa relevantit signaalit taustakohinasta heikkenee vanhemmiten. Tähän vaikuttavat niin signaalien heikentyminen, hidastuminen kuin aistinelinten fysiologiset muutokset, mikä pakottaa hermoston sopeutumaan heikompaan sensoriseen informaatioon. Yhdessä nämä muuttujat vaikeuttavat relevanttien signaalien havaitsemista ja heikentävät prosessointinopeutta. Tämän asian uskotaan olevan selitys useisiin ikääntyneiden toimintakyvyn vaikeuksiin. (Pajala ym. 2016, 178-180.; Mahncke ym. 2006.)

Häiriösignaaliteoria liittyy läheisesti ajatukseen siitä, että aisti-informaation prosessoinnin heikentyminen on yksi tekijä, joka vaikuttaa kognitiiviseen ikääntymiseen. Tämän ns. informaation heikkenemisen teorian (information degradation theory) mukaan ikään liittyvät muutokset aivoissa aiheuttavat aistihavaintojen prosessivirheitä, jotka vaikuttavat negatiivisesti kognitioon. Tämän teorian perusteella hyvä tapa parantaa ikääntyneiden kognitioita voisi olla aistihavaintojen prosessoinnin harjoittaminen. (Humes ym. 2012.; Edwards ym. 2018, 72.)

Mahncke ym. (2006) esittävät, että edellä mainitut aivojen fyysiset ja toiminnalliset muutokset ja "kuluminen" vaikuttavat kyllä ikääntymiseen liittyvään kognitiiviseen



heikentymiseen, mutta eivät yksinään riitä selittämään sitä. Mahncke ym. yhdistävät kognitiivisen ikääntymisen neljään toisiinsa vaikuttavaan tekijään ja niiden yhdessä aikaansaamiin muutoksiin. Esiin nostettiin jo tekijät, jotka liittyvät hermoyhteyksiin, taustakohinaan ja biokemiallisiin välittäjäaineisiin. Muita tekijöitä ovat aktiivisuuden ja älyllisten ponnistelujen väheneminen sekä negatiivinen oppiminen. Mahncken ym. mukaan osa kognitiivisen toimintakyvyn heikkenemisestä selittyy sillä, että ikääntyvien käyttäytyminen muuttuu yksinkertaisemmaksi ja kaavamaisemmaksi ja että he kompensoivat haastavaa toimintoa jollain tavoin, esim. heikentynttä kuulosignaalin prosessointia kompensoidaan lisäämällä äänenvoimakkuutta. Mahncke ym. (2006, 86—88) esittävät, että näiden tekijöiden yhteisvaikutus saa aikaan negatiivisia plastisia muutoksia sekä itseään vahvistavan kehän, jonka seurauksena aivotoiminnat heikentyvät ikääntyessä.

Mahncke ym. perustavat teoriansa osittain kokeisiin, joissa on havaittu ympäristön virikkeiden, ns. rikastettujen ja köyhdytettyjen ympäristöjen vaikuttavan merkittävästi eläinten käyttäytymiseen ja aivotoimintaan. Eläinkokeiden perusteella näyttäisi siltä, että osa ikääntymiseen liittyvästä toiminnallisesta heikentymisestä voidaan yhdistää virikkeettömien ympäristöjen aikaansaamiin muutoksiin eläinten käyttäytymisessä ja niiden aiheuttamiin negatiivisiin plastisiin muutoksiin eläinten aivoissa. Ihmistieteisiin sovellettuna tämä ajatus haastaa sen käsityksen, että iän tuoma kognitiivisten kykyjen heikentyminen olisi seurausta pelkästään aivojen normaalista kulumisesta ja siten väistämätöntä. Myös ihmisillä käyttäytyminen vaikuttaa ikääntymismuutoksiin. Hermoston plastisuutta hyödyntämällä voidaan saada aikaan positiivisia muutoksia ja siten luoda uusia mahdollisuuksia ylläpitää ikääntyneiden kognitiivisia taitoja, toimintakykyä ja oppimista (Mahncke ym. 2006, 84-91).

Esittelen seuraavaksi kolme keskushermoston toimintaan liittyvää teoriaa, jotka vaikuttavat ajattelun taustalla ja liittyvät osittain toisiinsa. Nämä teoriat ovat neuroplastisuuden periaate, neurogeneesi ja kognitiivisen reservin teoria.

### 3.3.1 Neuroplastisuuden periaate

Neuroni eli hermosolu on hermokudoksen solu, jonka päätehtävänä on käsitellä ja välittää informaatiota sähköisen hermoimpulssin avulla. Synapsi on kahden hermosolun välinen liitoskohta, jossa hermoimpulssi joko kuolee tai jatkaa matkaansa. Hermoyhteyksien eli synapsien määrä ja vahvuus muuttuvat niiden käytön mukaan. Synapsien syntyä kuvataankin englanniksi sanonnalla ”what fires together, wires together”. Hermoyhteydet siis syntyvät ja vahvistuvat tai heikentyvät ja kuihtuvat pois kokemuksen, tekemisen, oppimisen ja ajattelun perusteella. Sen vuoksi ajatellaan, että aktiivisuuden ylläpitäminen on aivoille samalla tavalla tärkeää kuin liikunta lihaksistolle. Samoin uskotaan, että varsinkin ikääntyvien aivot vaativat intensiivistä käyttöä pysyäkseen toimivina. Neuroplastisuus eli aivojen kyky muovautua on seurausta tästä synapsien joustavuudesta. Aivojen aktiivinen käyttö ja oppiminen saavat siis aikaan plastisia muutoksia synapseissa: hermoyhteyksien määrä lisääntyy, yhteydet vahvistuvat ja näin myös hermoverkoista tulee tehokkaampia.

Aivot järjestyvät uudelleen plastisten muutosten vuoksi, ja muutokset voivat jopa kasvattaa uusia hermoston rakenteita. Esimerkkinä tästä käytetään usein Lontoon taksikuskeja, joiden tilan hahmottamisesta vastaava alue hippokampuksessa on tutkitusti suurempi kuin verrokkiryhmällä. Tutkimuksen mukaan hippokampuksen tilavuus korreloi myös taksikuskina vietetyn ajan kanssa, mikä viittaa siihen, että intensiivinen avaruudellista hahmottamista vaativa harjoittelu ja työ kasvattavat hippokampuksen tilavuutta. (Maguire ym. 2000.) Samansuuntaisia tutkimustuloksia plastisten muutosten vaikutuksista on saatu myös ikääntyneillä tutkittaessa, kuinka mm. aerobinen liikunta, jongleeraus ja avaruudellista hahmottamista vaativien pelien pelaaminen vaikuttavat eri aivoalueiden tilavuuden lisääntymiseen. Pitää kuitenkin huomata, etteivät nämä muutokset ikääntyneillä ole kaikissa tapauksissa olleet pysyviä aktiivisuuden loputtua. Tiedossa ei myöskään ole, vaaditaanko yhteyksien ylläpitämiseksi alati kasvavaa haastetta vai riittääkö siihen intensiivinen tasainen harjoittelu. (Lövdén ym. 2010.; Park & Bischof 2013, 213-214.)

Neuroplastisuuden käsite on yli 100 vuotta vanha, mutta pitkään uskottiin, että aivojen muovautuvuus päättyy nuoruudessa. Viimeisen 30 vuoden aikana on kuitenkin kerätty merkittävä määrä tutkimusaineistoa, jolla on voitu todistaa, että neuroplastisuus säilyy koko ihmisen elinajan. (Mahncke ym. 2006, 84; Park & Bischof 2013, 212). Mahncken ym. mukaan plastisuus on kyky saada aikaan fyysisiä ja toiminnallisia muutoksia aivoissa ja periaate, joka selittää, miten kokemus aikaansaa elinikäistä oppimista. He korostavat myös sitä tosiasiaa, että aivoja voi sekä vahvistaa että heikentää plastisilla muutoksilla. (Mahncke ym. 2006, 84.) Aivojen plastisuus ei siten olekaan positiivinen eikä negatiivinen ominaisuus tai ilmiö, vaan se on hermoston piirre. Tätä piirrettä voidaan käyttää hyväksi ja aikaansaada vaikutuksia, jotka voivat olla yksilön kannalta niin myönteisiä kuin kielteisiä. Mahncke ym. painottavatkin negatiivisten plastisten muutoksien yhteyttä ikääntyneiden kognitiivisten toimintojen heikentymiseen (Mahncke ym. 2006).

Neuroplastisuuden termiä käytetään melko huolettomasti. Esimerkiksi Lövdén ym. peräävät, että käsite pitäisi määritellä tarkemmin ja sen mekanismeja tutkia perusteellisesti. Heidän mukaansa rikastettujen ympäristöjen ja elämäntapojen myönteiset vaikutukset voivat kyllä johtua aktiivisuuden aikaansaamista positiivista vaikutuksia, mutta yhtä lailla ne voivat epäsuorasti johtua siitä, että niiden avulla onnistutaan vähentämään erilaisia negatiivisia vaikutuksia kognitioon, esim. masennusta, stressiä ja verisuonisairauksia. (Lövdén ym. 2010, 659.; Lövdén ym. 2013, 2305.)

Aivojen ikääntymismuutoksista ja plastisuudesta puhuttaessa nostetaan monesti esiin kaksi ei-toivottua tosiasiaa: opitut taidot häviävät käyttämättöminä ja hermosolujen yhteydet heikkenevät ja kuihtuvat pois, jos niitä ei käytetä. Englanniksi tähän piirteeseen viitataan usein sanonnalla ”Use it or lose it”. (Hänninen 2014, 213). Kuitenkin myös tällä ominaisuudella voi olla yksilön kannalta positiivisia vaikutuksia, esimerkiksi mielenterveyden häiriöitä pyritään kuntouttamaan tätä plastisuuden periaatetta hyödyntämällä (Doige 2007, 8).

Vaikka ikääntymiseen luontaisesti liittyvät plastiset muutokset ovat voittopuolisesti negatiivisia, voi myös ikääntyneitä aivoja muuttaa positiiviseen suuntaan synapseja ja hermoverkkoja vahvistamalla. Ikääntyvissä aivoissa on kuitenkin haastavampaa aikaansaada myönteistä plastisuutta ja esimerkiksi oppimista kuin lasten ja nuorten aivoissa, sillä vaikka hermoston plastisuus jatkuu koko ihmisiän, hermoyhteyksien syntyminen ja vahvistuminen vaikeutuu vanhemmiten. Neuroplastisuuden isäksi kutsutun Michael Merzenichin mukaan ikääntyvät aivot ovat ikään kuin off-tilassa, jolloin ainoastaan tärkeäksi koetut asiat synnyttävät haluttuja hermoyhteyksiä ja saavat aikaan positiivisia plastisia muutoksia. Merzenich toteaa, että positiivisten plastisten muutosten aikaansaaminen asettaa harjoittelulle useita vaatimuksia. Harjoittelu edellyttää harjoittelijalta tavoitteellisuutta, tarkkaavaisuutta ja keskittymistä suoritettavaan tehtävään, johon tulee sisältyä yllätyksellisyyttä/uutuutta ja palkintoja tai rangaistuksia (tai niiden odotusta) (Merzenich 2013, 74-75.)

Toiminnan pitää myös olla intensiivistä ja vaativaa (Mahncke ym. 2006, 81). Positiivisten plastisten muutosten synty varsinkin ikääntyneenä vaatii, että hermoston ja kognitiivista järjestelmää haastetaan monipuolisesti, merkittävästi ja jatkuvasti. Aiemmat elämäkokemukset, taidot ja kognitiiviset kyvyt vaikuttavat siihen, minkälainen toiminta on kenellekin tarpeeksi haastavaa, jotta aikaansaadaan muutoksia hermoston rakenteessa tai toiminnassa. (Park & Bischof 2013, 112.) Haasteen on oltava vaikeusasteeltaan sopiva, toisin sanoen se ei saa olla liian helppo eikä liian vaikea. Tämän työn aiheena olevien kognitiivisten tietokoneharjoitusten etuna pidetäänkin sitä, että ohjelma mukautuu kunkin käyttäjän henkilökohtaisen suoriutumisen mukaan. Tutkimuksissa on nimittäin viitteitä siitä, että hermoston positiiviset plastiset muutokset, "uudelleenkytkeminen" ja parantunut prosessointitehokkuus saavutetaan parhaiten juuri muokkautuvalla harjoittelulla, jonka haastetaso lisääntyy asteittain. (Edwards 2018, 82)

Neuroplastisuuteen perustuvalla harjoittelulla pyritään lieventämään ikään liittyvää hermotoiminnan laskua ja hidastumista. (Dinse 2006, 58-59) Useissa eläintutkimuksissa on osoitettu, miten kognitiivisesti ja fyysisesti stimuloivat rikastetut ympäristöt edistävät aivojen positiivisia plastisia muutoksia ja voivat kumota ikääntymisen

aiheuttamia negatiivisia fyysisiä ja kognitiivisia muutoksia. Kun koe-eläimet oleskelivat ns. köyhdytetyssä ympäristössä, niillä havaittiin negatiivisia muutoksia sekä hermostossa (mm. hermosolujen kuihtumista, yhteyksien heikentymistä ja harmaan aineen vähentymistä) että aivojen aineenvaihdunnassa (välittäjäaineiden määrän ja toiminnan heikentymistä). Sitä vastoin koe-eläinten oleskelu rikastetussa ympäristössä sai aikaan positiivisia plastisia muutoksia ja hermoston vahvistumista. (Mahncke ym. 2006, 91.)

Samana mekanismin uskotaan toimivan myös ihmisaivoissa. Aivoja kuvantamalla on voitu todentaa, että plastiset muutokset näkyvät eri aivoalueiden toiminnassa joko lisääntyneenä tai heikentyneenä aktiivisuutena sekä aivojen rakenteellisina muutoksina, mm. tiettyjen aivoalueiden tilavuuden suurentumisena. Tutkimuksissa on myös havaittu harjoittelun aikaansaamia muutoksia aivoverenkierrossa. Plastisuus voi siis tutkitusti muuttaa aivojen toimintaa ja rakennetta. Tarvitaan kuitenkin lisää tutkimusta ennen kuin kyetään perusteellisesti selvittämään havaitut muutokset, niiden tulkinta ja niistä vedettävät johtopäätökset. (Lövdén ym. 2010.; Park & Bischof 2013, 213-214)

### **3.3.2 Aikuisiän neurogeneesi**

Aikuisiän neurogeneesi eli uusien hermosolujen muodostuminen aikuisiässä on toinen ilmiö, joka herättää suurta mielenkiintoa kognitiivisen ikääntymisen näkökulmasta ja jota tutkitaan intensiivisesti. Uusien hermosolujen syntyminen on nopeinta ennen syntymää, mutta useissa eläinkokeissa on osoitettu, että neurogeneesiä esiintyy myös myöhemmällä iällä ja jopa vanhuudessa. Neurogeneesi on ihmiselläkin vilkkaimmillaan sikiöaikana ja vähentyy asteittain varhaislapsuudessa. Aikuisiän neurogeneesi ihmisaivoissa oli pitkään kiistanalaista. Nykyään tiedeyhteisössä vallitsee kuitenkin jonkinlainen yhteisymmärrys siitä, että muiden nisäkkäiden tapaan myös aikuisten ihmisaivojen hippokampuksessa syntyy uusia hermosoluja.

Osittain tutkimusnäyttö on silti yhä ristiriitaista. Arvostetussa Nature-lehdessä vuonna 2018 ilmestyneessä artikkelissa todettiin, että neurogeneesi ihmisaivojen hippokampuksessa on lähes olematonta tai ainakin erittäin harvinaista (Sorrels ym. 2018). Heti seuraavana vuonna toinen arvostettu lehti, Nature Medicine, julkaisi tutkimuksen, jonka mukaan neurogeneesi on runsasta terveiden ihmisaivojen hippokampuksessa pitkälle vanhuuteen. Moreno-Jiménez ym. (2019) havaitsivat tässä tutkimuksessaan, että neurogeneesi sitä vastoin väheni merkittävästi Alzheimerin tautia sairastavilla. Näitä toisistaan poikkeavia tutkimustuloksia voidaan selittää osittain eroilla aivokudoksen säilytys- ja tutkimusmenetelmissä (Weintraub 2019). Tiedeyhteisö jatkaa ihmisaivojen neurogeneesin tutkimista ja keskustelua tästä aiheesta, jonka tärkeys korostuu entisestään, kun otetaan huomioon edellä mainittu tutkimustulos neurogeneesin ja Alzheimerin taudin yhteydestä toisiinsa. Hippokampus on tärkeä alue muistin ja oppimisen kannalta. Hippokampuksen heikentynyt toiminta on tutkimuksissa liitetty muistisairauksien lisäksi myös masennukseen ja skitsofreniaan. (Kempermann ym. 2010, 2.)

Eläinkokeiden perusteella tiedetään, että aikuisiän neurogeneesi on olennainen osa aivojen plastisuutta ja että neurogeneesi vaikuttaa pysyvästi aivojen rakenteisiin ja toimintaan mm. synapseja vahvistamalla. Eläinkokeissa on todettu, että liikunnalla ja virikkeillä voidaan merkittävästi vaikuttaa aikuisiän neurogeneesiin. Nämä kaksi asiaa näyttäisivät vahvistavan toisiaan eli eniten uusia hermosoluja syntyy tutkimuksissa niillä koe-eläimillä, jotka ovat sekä fyysisesti aktiivisia että elävät virikkeellisessä ympäristössä. Nämä kaksi tekijää yhdessä edistävät myös sitä, että uudet syntyneet hermosolut säilyvät ja integroituvat hermoverkkoon. Tutkimusten mukaan näyttää nimittäin siltä, että hippokampuksessa syntyvistä uusista esiaastesoluista suuri osa kuolee nopeasti, mutta niiden säilymistä voidaan edistää fyysisellä aktiivisuudella ja osallistumalla oppimiseen. Nämä plastisia muutoksia kokeneet uudet solut näyttävät säilyvän aktiivisuuden ansiosta paremmin kuin solut, jotka eivät ole aktiivisia. (Kempermann ym. 2010,2 6; Hänninen 2014, 214.)

Ns. rikastetut ympäristöt vaikuttavat eläinkokeiden mukaan siis neuroplastisuuden lisäksi myös neurogeneesiin. Eläinkokeiden perusteella voidaan todeta, että

liikunta, virikkeiden määrä, aktiivisuus ja oppiminen ovat tärkeitä hermosolujen syntymiselle sekä niiden säilymiselle ja integroitumiselle osaksi hermoverkkoja. Vaikka tutkimustulokset ihmisaivojen neurogeneesistä ovat vielä osittain kiistanalaisia, monet tutkijat uskovat, että ihmisen aivot eivät olennaisesti poikkea muiden lajitovereiden aivoista tässä suhteessa. Näin ollen ajatellaan, että edellä esitellyt tekijät ovat merkittäviä myös aikuisten ihmisaivojen neurogeneesissä.

### 3.3.3 Kognitiivisen reservin teoria

Kognitiivisen reservin hypoteesin mukaan aivojen elämänpitäinen monipuolinen käyttö sekä aktiivisen elämäntavan ylläpito saavat aikaan aivojen varakapasiteettia ja luovat tehokkaamman ja joustavamman kyvyn käyttää hermoverkkoja. Aivojen monipuolista käyttöä tarjoavat erityisesti koulutus, harjoitetun ammatin äyllinen haastavuus ja lukutaito. (Park & Bischof 2013, 111.; IOM 2015, 119.) Hypoteesina on, että elinikäinen aktiivisuus synnyttäisi varakapasiteettia, jolla voisi kompensoida kognitiivista ikääntymistä ja erityisesti muistisairauksien aiheuttamia patologisia aivomuutoksia.

Kognitiivisen reservin teoria on siis toistaiseksi hypoteesi, jonka mahdollisia toimintamekanismeja tutkitaan. Ensinnäkin uskotaan, että kognitiivinen reservi liittyy neurogeneesiin eli siihen suurempaan hermostolliseen kapasiteettiin ts. suurempaan hermosolujen määrään, jonka aktiivisuus on saanut aikaan. Neurogeneesi siis edesauttaisi kognitiivisen reservin syntyä ja vahvistaisi mm. hippokampuksen jatkuvaa sopeutumiskykyä (Kempermann ym. 2010, 6). Toisekseen ajatellaan, että kognitiivisen reservin vaikutusmekanismi liittyy hermoyhteyksien määrään ja laatuun. Huonosti toimivia yhteyksiä voisi näin kompensoida ottamalla käyttöön uusia vaihtoehtoisia aivoratoja, mikä selittäisi aivojen joustavuutta ja tehokkuutta. (Park & Bischof 2013, 111.)

Reservikapasiteettiin viitataan usein erityisesti muistisairauksien yhteydessä, koska uskotaan, että elämän aikana syntynyt varakapasiteetti auttaa kompensoimaan

muistisairauksien aiheuttamia aivomuutoksia. Tämä kompensointi voi näkyä mm. siinä, että muistisairauksien oireita ilmenee koulutetuilla henkilöillä muita myöhemmin. Osittain ilmiössä voi olla kyse myös siitä, että aiemmat kognitiiviset tasoerot säilyvät ikääntyessä. (Hänninen 2016, 213.) Näyttönä kognitiivisen reservin teoriasta voidaan pitää tutkimustuloksia, joiden mukaan jotkut Alzheimerin tautiin sairastuneet ovat onnistuneet säilyttämään kognitiivisen toimintakykynsä runsaista patologistista aivomuutoksista huolimatta. Toisin sanoen heidän selviytymisensä kognitiivisissa testeissä ja päivittäisissä toiminnoissa on säilynyt normaalina huolimatta siitä, että heidän aivonsa ovat rappeutuneet huomattavasti. Kuuluisin esimerkki tästä lienee sisar Mary, joka testamenttasi aivonsa amerikkalaiselle nunnatutkimukselle. Hän eli 101-vuotiaaksi täysin toimintakykyisenä ja saavutti hyviä tuloksia kognitiivisia taitoja mittaavissa testeissä vielä satavuotiaana. Kun sisar Maryn aivot kuoleman jälkeen tutkittiin, niistä löytyi yllättäen selviä ja merkittäviä muutoksia, jotka viittasivat Alzheimerin tautiin. (Snowdon 1997.)



## **4 KOGNITIIVISEN TOIMINTAKYVYN RISKI- JA SUOJATEKIJÖITÄ JA KOGNITIIVISEN IKÄÄNTYMISEN HIDASTAMINEN**

Kognitiivisen ikääntymisen riski- ja suojatekijöitä tutkitaan paljon. Myös tutkittavia osa-alueita on paljon, koska näiden riski- ja suojatekijöiden syntyyn vaikuttavat monet muuttujat, jotka liittyvät perimään, elämäntapaan, terveyteen ja ympäristöön. Kognitiivisen ikääntymisen riski- ja suojatekijöiden tunnistaminen ja huomioiminen ei aina ole helppoa eikä edes mahdollista. Tietämys asiasta on kuitenkin tärkeää, koska ilman sitä on vaikeaa tehdä kognition kannalta hyviä valintoja. Esittelen tästä laajasta aiheesta ensin lyhyesti kognitiiviseen toimintakykyyn liittyviä tekijöitä. Sitten keskityn kognitiiviseen harjoitteluun ja työni varsinaiseen aiheeseen eli kognitiivisiin tietokoneharjoituksiin.

### **4.1 Kognitiiviseen toimintakykyyn ja ikääntymiseen vaikuttaminen**

Ihminen ei voi vaikuttaa kaikkiin niihin tekijöihin, jotka ovat yhteydessä kognitiiviseen toimintakykyyn. Geneettinen perimä on yksi esimerkki tästä. Myös sosioekonomiseen asemaan vaikuttaminen voi olla vaikeaa. Sosioekonomiset mittarit, kuten sosiaalinen asema, koulutustaso, ammatti ja tulotaso korreloivat kuitenkin vahvasti kognitiivisen toimintakyvyn kanssa. Sosioekonominen asema korreloi myös kognitioon vaikuttavien yleisen terveydentilan ja ympäristötekijöiden kanssa. (IOM 2015, 111.)

Tiedeyhteisö on varsin yksimielinen siitä, että fyysinen aktiivisuus vaikuttaa kognitiiviseen toimintakykyyn ja että sillä voi myös hidastaa tai lieventää kognitiivista ikääntymistä. Sekä poikkileikkaus- että pitkittäistutkimukset 1970-luvulta lähtien ovat osoittaneet, että fyysisesti hyväkuntoiset ihmiset suoriutuvat paremmin kognitiivisia ja motorisia kykyjä vaativista tehtävistä. Lisäksi lukuisat interventiotutkimukset ovat vahvistaneet, että fyysinen aktiivisuus ja liikunta ovat hyödyksi iäkkäiden kognitiiviselle toimintakyvylle. (IOM 2015, 114-117.) Tutkimusten mukaan on useita aktiiviteetteja, jotka kaikki ovat hyviä kognitiivisen ikääntymisen hidastamisessa:

aerobinen liikunta sekä aerobisen ja voimaharjoittelun yhdistävä harjoittelu sekä tasapainoa, fyysistä kuntoa ja kognitiivisia kykyjä yhdistävät lajit (kuten pallopelit) sekä fyysistä kuntoa, koordinaatiota ja sosiaalisuutta yhdistävät lajit (kuten tanssi). Aivojen kuvantamistutkimuksissa on todettu, että esimerkiksi aerobinen harjoittelu lisää hermoverkoston tilavuutta useilla aivoalueilla, etenkin aivojen etulohkossa ja hippokampuksessa, joiden tilavuus yleensä pienenee ikääntyessä. Aerobisen kunnan paraneminen näkyy myös tiettyjen aivoalueiden aktivoinnissa ja sen on havaittu lisäävän yhteyksiä eri aivoalueiden välillä. Toiminnallisuuden osalta on havaittu, että liikunta parantaa toiminnanohjausta, prosessointinopeutta ja muistia. (IOM 2015, 116-117.)

Älyllisellä aktiivisuudella, esimerkiksi lukemisella ja kielten opiskelulla on todistetusti positiivinen yhteys ikääntyneiden kognitiiviseen toimintakykyyn, vaikka hyödyn osoittaminen on tutkimuksellisesti haastavaa. Erityyppisiä aktiviteetteja on paljon, ja niiden harjoittaminen ja niihin sitoutuminen vaihtelevat. Myös pitkäaikainen seuranta ja kauseliteetin eli syy-seurausyhteyden osoittaminen on vaikeaa. (IOM 2015, 118-120.)

Yhtä lailla hankalaa on osoittaa tutkimuksella, kuinka sosiaaliset suhteet ja sosiaalinen aktiivisuus vaikuttavat kognitiivisen suorituskyvyn ylläpitämiseen. Tutkimusnäyttöä sosiaalisuuden yhteydestä kognitiiviseen ikääntymiseen löytyy silti jonkin verran. Tutkimuksissa on mm. havaittu, että sosiaalisuutta lisäävät interventiot kasvattavat tiettyjen aivo-osien tilavuutta ja parantavat osallistujien suullisen ilmaisun sujuvuutta, toiminnanohjausta ja muistia. Sosiaalinen aktiivisuus liittyy usein olennaisesti muihin toimintoihin, joista on myös hyötyä kognitiivisen toimintakyvyn ylläpitämisessä. Tällaisia toimintoja ovat esimerkiksi liikunta ja muihin harrastuksiin osallistuminen. Niinpä ikääntyneiden sosiaalisen toiminnan monipuolisella edistämällä on todennäköisesti useita etuja. (IOM 2015, 122-123.)

Ravitsemuksen ja kognitiivisen ikääntymisen yhteyttä on tutkittu paljon, ja tutkimusnäyttöä näiden kahden yhteydestä toisiinsa on löytynyt jonkin verran.

Ravintotottumukset vaikuttavat liikunnan tavoin luonnollisesti myös aivoterveysten kannalta haitallisiin terveydellisiin riskitekijöihin, kuten sydän- ja verisuonitauteihin, korkeaan verenpaineeseen, korkeaan kolesteroliin ja 2-tyyppin diabetekseen. Yleinen terveydentila vaikuttaa kognitiiviseen toimintakykyyn, ja kognitiivinen heikkeneminen on usein yhteydessä sydän- ja verisuoni- ja aivo-verisuonisairauksiin liittyviin oireisiin. (IOM 2015, 156-169.) IOMin mukaan lääketieteellinen kirjallisuus ei kuitenkaan tue vakuuttavasti sitä, että minkään vitamiinin tai ravintolisän käyttö estäisi mainittavasti kognitiivista heikkenemistä. (IOM 2015, 126-129.)

Muista elämäntapaan liittyvistä yleisistä tekijöistä on tutkittu stressin ja kognitiivisen toimintakyvyn yhteyttä. Stressi on subjektiivinen ilmiö ja sen vuoksi vaikea määrittellä, mikä tekee siitä hankalan tutkimuskohteen. Eläinkokeissa on voitu havaita, että stressi vaikuttaa samoihin aivokuoren alueisiin kuin ikääntyminen. Lisäksi on voitu osoittaa, että ikääntyneiden sosiaalinen stressi kohottaa heidän stressihormoni kortisolin tasojaan. Näyttää siltä, että stressin vähentämisestä meditaatiolla ja mindfulness-menetelmällä on hyötyä kognitiiviselle toimintakyvylle, mutta IOMin katsaus perää vielä lisätutkimuksia aiheesta. (IOM 2015, 135-136.) Keski-ikänsä masennukseen on liitetty kohonnut riski kognitiivisesta heikkenemisestä myöhemmällä iällä sekä kohonnut dementiariski. Traumaattiset aivovauriot, kuten aivotärähdykset sekä heikko unen laatu ja määrä on useissa tutkimuksissa yhdistetty kognitiiviseen heikentymiseen ja ikääntymiseen. (IOM 2015, 168-173.)

Monet eri tekijät vaikuttavat kognitiiviseen toimintakykyyn, jonka ylläpitämiseen myös vanhuusiässä etsitään ratkaisuja monista eri suunnista. Erilaisia lähestymistapoja on lukemattomia, mm. liikuntainterventiot, muistin ja muiden kognitiivisten taitojen harjoittaminen, lääkitys, sähköstimulaatio, lisäravinteet ja nootropit eli kognitiota parantavat aineet sekä luova toiminta, kuten teatteri, tanssi, taide- ja musiikkiharrastukset. Kaikkia em. keinoja ja myös niiden erilaisia yhdistelmiä tutkitaan tieteellisesti, esimerkiksi suomalaisessa Finger-tutkimuksessa tutkittiin fyysisen aktiivisuuden, ruokavalion ja kognitiivisen aktiivisuuden yhteisvaikutuksia kognitiiviseen toimintakykyyn ja saatiin hyviä tuloksia. (Kivipelto ym. 2019)

Epäilemättä paras tapa vaikuttaa kognitiiviseen ikääntymiseen on yhdistellä useampia elämäntapavalintoja ja keinoja, mutta monilla yksittäisilläkin keinoilla voidaan pitää yllä tai jopa parantaa iäkkäiden kognitiivisia kykyjä ja päivittäistä toimintakykyä. Tämän työn esimerkkitaupauksena olevat tietokoneharjoitukset ovat vain yksi — ja osittain kiistanalainen — keino monista vaihtoehdoista.

## 4.2 Kognitiivinen harjoittelu

Tietokoneharjoittelu on yksi kognitiivisen harjoittelun muodoista. Kognitiivinen harjoittelu pitää sisällään monenlaisia harjoittelumuotoja, joita on kehitetty kognitiivisiin kykyihin ja toimintakykyyn vaikuttamiseksi. NASEMin vuoden 2017 raportin mukaan kognitiivisella harjoittelulla viitataan laajaan joukkoon erilaisia interventioita, joiden tarkoituksena on parantaa muun muassa päättely- ja ongelmanratkaisukykyä, muistia ja prosessointinopeutta. Harjoitukset voidaan suorittaa joko tietokoneella tai ilman. Kognitiivisesti stimuloiviin toimintoihin luetaan esimerkiksi kielten opiskelu, pelien pelaaminen ja ristisanatehtävien tekeminen. (NASEM 2017, 7.) Eri lähestymistapoja on luokiteltu myös jakamalla ne mm. kolmeen ryhmään: kognitiivinen kuntoutus (cognitive rehabilitation), kognitiivinen stimulaatio (cognitive stimulation) ja CT (cognitive training) eli kognitiivinen harjoittelu (Clare & Woods 2004, Gates & Valenzuelan 2010, 20 mukaan).

Kognitiiviseksi stimulaatioksi määritellään monesti harjoittelu, jossa on keskeistä eri kognitiivisten taitojen ja strategioiden, kuten esimerkiksi muistitekniikoiden harjoittelu (Gates & Valenzuela 2010, 20). Sen sijaan kognitiivisen harjoittelun (CT) Gates ja Valenzuela määrittelevät neljän tekijän perusteella. Heidän mukaansa CT on toistuvaa harjoittelua (1) ongelmia tuottavissa toiminnoissa (2) siten, että käytetään standardisoituja tehtäviä (3), jotka kohdistuvat tiettyihin kognitiivisiin toimintoihin (4). (Gates & Valenzuela 2010, 21)

Harvey ym. omalta osaltaan viittaavat kognitiiviseen kuntoutukseen termillä CR (cognitive remediation). He toteavat, että CR on interventio, joka kohdistuu tiettyyn kognitiiviseen heikkouteen, kuten esimerkiksi tarkkaavaisuuteen, muistiin tai toiminnanohjaukseen ja jonka päätavoitteena on parantaa harjoittajansa toimintakykyä ja toiminnallisuutta. Tätä kognitiivista kuntoutusta voidaan tarjota laadultaan joko epämuodollisissa tai virallisissa harjoitteluympäristöissä, kuten terapiassa. (Harvey ym. 2018, 908.)

Kognitiivista harjoittelua voidaan määritellä myös vaikutusmekanismien pohjalta. Toisinaan kognitiivinen harjoittelu ja kognitiivinen stimulaatio (esim. muististrategiat ja keskustelu) luokitellaan toisistaan erottuviksi toiminnoiksi hermostollisten vaikutusten perusteella. Tätä erottelua perusteellaan sillä, että toisin kuin stimulaatiossa kognitiivisessa harjoittelussa tavoitteena pidetään hermostoon vaikuttamista plastiisuuden avulla eli luomalla ja vahvistamalla hermoyhteyksiä. Harjoittelun perustana on siis ”uudelleenkytkeminen” tai parantunut prosessointitehokkuus. (Park & Bischof 2013, 110.)

Kognitiivista tietokoneharjoittelua kutsutaan englanniksi monella eri termillä, joista yksi on Computerized Cognitive Training (CCT). Harjoittelun ytimenä on tietokoneohjelma, joka on suunniteltu kognitiivisten toimintojen harjoittamiseen. (Harvey ym. 2018, 908.) Vakiintunutta suomenkielistä termiä kognitiiviselle tietokoneharjoittelulle ei ole, joten viitataan CCT-harjoitteluun käyttämällä mm. termejä kognitiivinen tietokoneharjoittelu ja kognitiivinen harjoittelu tietokoneella. Kueider ym. erottelevat kognitiivisesta tietokoneharjoittelusta kolme ryhmää ohjelmatyyppin perusteella: klassiset kognitiiviset harjoitukset, neuropsykologiset ohjelmistot ja videopelit (Kueider 2012, 1).

Käsittelen työssäni tietokoneharjoittelua apukeinona hidastaa kognitiivista ikääntymistä. Tietokoneharjoittelua tutkitaan sen lisäksi ratkaisuna myös usean muun sellaisen ongelman kuntouttamiseen, jotka aiheuttavat toiminnanvajausta. Tällaisia ongelmia ovat esimerkiksi masennus, skitsofrenia, kaksisuuntainen mielialahäiriö,

aivoinfarkti ja -halvaus, aivotärähdys, Parkinsonin tauti, MS-tauti ja oppimisvaikeudet. (Harvey ym. 2018, 907.)

### **4.3 Ikääntyneiden kognitiivinen tietokoneharjoittelu**

Ikääntyneiden tietokoneharjoittelu tähtää kognitiivisten ikääntymismuutosten kuntouttamiseen. Tätä päämäärää tavoitellaan vaikuttamalla useisiin erilaisiin vanhemmiten heikkeneviin kognitiivisiin taitoihin, kuten prosessointinopeuteen, työmuistiin, tarkkavaisuuteen ja päättelykykyyn. Osassa harjoituksia keskitytään tehostamaan näköhavaintojen ja kuulosignaalien käsittelyä sekä parantamaan reaktionopeutta.

Ikääntymismuutoksiin liittyvä kognitiivinen tietokoneharjoittelu yleistyi maailmalla 2000-luvulla. Ensimmäinen isolle yleisölle suunnattu ohjelma oli Nintendon Brain Age, joka julkaistiin Japanissa vuonna 2005. Edellä esitellyn Kueiderin luokittelun mukaan Brain Age kuuluu videopeleihin ja sitä on myyty miljoonia kappaleita maailmanlaajuisesti. (Brain Age, nettisivu) On olemassa useita muitakin kognitiota parantamaan suunniteltuja ohjelmia, jotka luokitellaan videopeleiksi.

Yhtä lailla on myös useita yrityksiä, jotka tarjoavat neuropsykologisia ohjelmistoja. Nämä yritykset (kuten Posit Science, Cognifit, Lumos Labs ja Cognimed) pohjaavat harjoituksensa vahvemmin neurotieteisiin ja esittävät ohjelmiensa vaikuttavuudesta tutkimustuloksia, joiden vakuuttavuus vaihtelee kuitenkin suuresti. Pelibisneksessä liikkuu huomattavia rahasummia eikä kognitiivinen tietokoneharjoittelu uutena, kehittyvänä toimialana ole välttynyt ylilyönneiltä. Yhdysvaltain kauppakomissio (FTC) tuomitsikin yhden alan suurimmista yrityksistä, Lumos Labsin 2 miljoonan dollarin sakkoihin harhaanjohtavasta markkinoinnista vuonna 2016. FCT perusteli päätöstään sillä, että Lumos Labs rahasti kuluttajien kognitiivisen heikkenemisen peloilla ja lupaili katteettomasti, että heidän ohjelmistonsa avulla voi estää muistiongelmia sekä ehkäistä muistisairauksien, kuten Alzheimerin taudin puhkeamista, vaikka sillä ei ollut osoittaa väitteidensä tueksi pitävää tieteellistä näyttöä. (FTC, nettisivu)

Kognitiivisesta tietokoneharjoittelua on ehditty jo tutkia paljon, mutta määrä ei aina takaa laatua. Vaikka tutkimuksia on määrällisesti paljon, kognitiivisen tietokoneharjoittelun ja sen vaikutusten tutkimus on vielä osittain alkuvaiheessa, sillä kaikki tutkimukset eivät täysin täytä tieteelliselle tutkimukselle asetettuja kriteereitä. Harjoittelusta ja tutkimustuloksista käydäänkin vilkasta keskustelua.

Esittelen seuraavaksi tarkemmin ensin pääasiassa ikääntyneiden kognitiivista tietokoneharjoittelua koskevaa yleistä kiistelyä, sitten harjoittelua itsessään ja lopuksi erityisesti näköhavaintokentän harjoittelun tutkimustuloksia.

#### **4.3.1 Kiista kognitiivisesta tietokoneharjoittelusta**

Tutkijat ovat kiistelleet kognitiivisten tietokoneharjoitusten vaikuttavuudesta ja siitä tehdyn tutkimuksen tuloksista koko 2000-luvun. Osa neurotieteen tutkijoista ja muista alan toimijoista on sitä mieltä, että kognitiivisissa tietokoneharjoituksissa on suurta potentiaalia vaikuttaa ikääntymismuutoksiin. Osa heistä kuitenkin kyseenalaistaa alan tutkimustuloksia ja niihin liittyviä odotuksia. Nämä kaksi koulukuntaa tulkitsevat tehtyjä tutkimuksia hyvin eri tavoin, vetävät samoista tuloksista monesti täysin vastakkaisia johtopäätöksiä ja käyvät keskenään aiheesta julkista keskustelua. He julkaisevat avoimia kirjeitä ja niitä tukevia nimilistoja (Stanford Center of Longevity Letter 2014; Cognitive Training Data Response Letter 2015) sekä artikkeleita tieteellisissä julkaisuissa ja muilla alan foorumeilla. Harjoitusten puoltajat pitävät yllä tietopankkia ja keräävät tutkimustuloksia omille nettisivuilleen (<https://www.cognitivetrainingdata.org/>).

IOM otti vuoden 2015 raportissaan kantaa aiheesta käytävään keskusteluun ja ehdotti joukon kriteereitä harjoittelun vaikuttavuuden mittaamiseksi. Työryhmä esittää seuraavat viisi perustetta kognitiivisten tietokoneharjoitusten tulosten ja vaikuttavuuden arvioimiseksi (IOM 2015, 189-190.):

- Voidaanko harjoituksen vaikutus osoittaa neuropsykologisilla testeillä, jotka mittaavat harjoiteltua kognitiivista kykyä? Jos harjoittelu kohdistetaan esimerkiksi johonkin muistin osa-alueeseen, siirtyykö harjoittelun vaikutus muihin muistia mittaaviin tehtäviin?
- Voidaanko osoittaa, että harjoituksen vaikutus siirtyy selviytymiseen merkityksellisissä päivittäisissä toimissa?
- Onko harjoitusohjelman arviointiin sisältynyt aktiivinen kontrolliryhmä, jolla on samat odotukset kognitiivisista hyödyistä kuin ohjelman harjoitteluun osallistuneilla?
- Kuinka kauan harjoitellut taidot säilyvät?
- Ovatko muutkin (riippumattomat tutkijat) kuin harjoitusohjelman valmistajat todentaneet tuotteen väitetyt hyödyt?

Harvey ym. ovat luoneet oman versionsa arviointikriteereistä. Heidän mukaansa harjoitusten vaikuttavuutta voidaan arvioida eri tasoilla I—IV. Ensimmäisellä ja alimmalla tasolla I arvioidaan, parantuuko suoritus (nopeuden, tarkkuuden tai molempien osalta) harjoitellussa kognitiivisessa taidossa. Toisella tasolla II tarkastellaan, lisääntyykö kognitiivinen suorituskyky taidoissa, joita ei ole harjoiteltu eli onko havaittavissa ns. siirtovaikutusta (near transfer), jota voidaan tutkia yleisillä neuropsykologisilla testeillä. Kolmannella tasolla III vaaditaan suorituskyvyn lisääntymistä kognitiivisesti vaativissa toiminnallisissa taidoissa (far transfer). Tätä voidaan mm. mitata testeillä, jotka simuloivat päivittäisiä toimintoja, kuten esimerkiksi autolla ajoa. Korkeimmalla tasolla IV on kyse toimintakyvyn parantumisesta päivittäisissä toiminoissa esim. itsestä huolehtimisessa tai autolla ajossa (environmental transfer) (Harvey ym. 2018, 908) Näiden lisäksi merkittävää on se, kuinka pitkäaikaisia ovat harjoittelun vaikutukset eli siitä saadut hyödyt (Park & Bischof 2013, 110).

Edellä mainitut kriteeristöt ovat eittämättä tarpeellisia, kun arvioidaan harjoitusten vaikutusta ja suunnitellaan tutkimusasetelmia, mutta kiistaa eri tutkijaryhmien välillä ne tuskin ratkaisevat. Edes harjoittelun vaikutuksiin varauksellisesti suhtautuvat tutkijat eivät yleensä kyseenalaista sitä, etteikö harjoituksilla voitaisi saada tuloksia harjoitelluissa taidoissa, vaikka he pitävät vaikutusten laajuutta (effect-size)



vaatimattomana. Suurin kiista koskee ns. siirtovaikutusta (transfer), toisin sanoen esitettyjen tutkimustulosten ei tulkita tukevan sitä väittämää, että harjoittelun avulla aikaansaadut tulokset vaikuttaisivat kognitiiviseen toimintakykyyn muutoinkin kuin harjoittelun kyvyn osalta (tai mahdollisia vaikutuksia pidetään merkityksettömänä). Myös harjoittelun positiivisia vaikutuksia päivittäiseen toimintakykyyn kyseenalaistetaan. Tätä ryhmää edustavien tutkijoiden mukaan yhden yksittäisen harjoittelun (kognitiivisen) taidon parantuminen ei ylipäänsä voi vaikuttaa kohentavasti muihin taitoihin tai kykyihin, joten yleiseen kognitiiviseen toimintakykyyn on siten mahdotonta vaikuttaa yksittäisillä harjoituksilla. (Simons ym. 2016; Sala & Gobet, 2019)

Simons ym. toteavat, että harjoitelluissa taidossa voidaan kyllä kehittyä, mutta muut tutkimuksissa havaitut hyödyt kognitiolle voidaan heidän mielestään selittää esimerkiksi uusien strategioiden oppimisella, motivaatiolla, uskomuksilla ja harjoitteluun liittyvillä odotuksilla. Myös harjoittelun positiivisia vaikutuksia päivittäiseen toimintakykyyn kyseenalaistetaan. Näiden kriitikkojen mielestä ei myöskään ole pystytty osoittamaan kuin harvinaisissa poikkeustapauksissa, että harjoittelun väitetty siirtovaikutus näkyisi päivittäisen toimintakyvyn parantumisena. (Simons ym. 2016, 158.) Tutkimustuloksia on kritisoitu paljon myös tutkimusasetelmien ja analyysien puutteellisuudesta. Simons ym. vaativat, että tutkimuksen suunnittelua, toteutusta, dokumentointia, analysointia, raportointia ja julkaisuja pitää jatkossa parantaa. (Simons ym. 2016, 161- 168.)

Harjoittelua puolustavien mukaan kognitiivisen tietokoneharjoittelun kritisointi ja niiden hyötyjen kyseenalaistaminen yleisellä tasolla on mahdotonta, sillä eri harjoitukset ovat keskenään hyvin erilaisia ja siten niillä on kaikilla myös erilaiset vaikutukset. Heidän mukaansa on täysin mahdollista, että siirtovaikutuksia näkyy niin yleisessä kognitiivisessa suoriutumisessa kuin päivittäisessä toimintakyvyssä, mikä on osoitettu useissa tutkimuksissa. (Harvey ym. 2018, 912; Edwards ym. 2018, 72) Harjoittelun siirtovaikutusten kiistäminen perustuu heidän mukaansa yli 100 vuotta sitten kehitettyyn Thorndiken oppimisteoriaan, joka ei vastaa nyky-ymmärrystä kognitiosta eikä nykytutkimuksen tuloksia oppimisesta. Tietokoneharjoittelua puoltavien mielestä tutkimustulokset todistavat, että kognitiivisella harjoittelulla on siirtovaikutuksia

ikäntyneiden joustavaan älykkyyteen ja kognitiivisiin kykyihin. (Edwards ym. 2018, 85-86)

Harjoittelumyönteiset tutkijat ovat kuitenkin yhtä mieltä kriitikoiden kanssa siitä, että kaikkien harjoitusten osalta ei ole kiistatonta näyttöä siitä, että ne parantaisivat ikääntyneiden kognitiivisia taitoja tai toimintakykyä. He myös myöntävät, että on olemassa sellaisiakin aivojumppana mainostettuja ohjelmia, joiden hyötyä ei koskaan pystytä tieteellisesti todistamaan, sillä eri harjoitusten vaikuttavuus vaihtelee suuresti. (Cognitive Training Data Response Letter 2015). Kognitiivisia harjoituksia kannattavien mukaan useat tutkimustulokset osoittavat kuitenkin selvästi, että tutkimuksiin osallistuneiden odotukset ja uskomukset eivät ole vaikuttaneet tutkimustuloksiin ja että harjoitukset parantavat yksilöiden elämän kannalta merkityksellistä päivittäistä toimintakykyä, kuten IADL-taitoja. Kognitiivisen harjoittelun vaikuttavuutta kritisoiville Edwards ym. huomauttavat, että vaikka vaikutukset (effect-size) olisivat pieniä, ne eivät silti ole kliinisesti merkityksettömiä. Visuaalisen prosessoinnin harjoittaminen esimerkiksi vaikuttaa heidän metatutkimuksensa mukaan kognitiiviseen toimintakykyyn suunnilleen samassa määrin kuin fyysiset liikuntaharjoitukset. (Edwards ym. 2018, 85-87.)

IOMin toimikunta otti julkaisussaan kantaa käytävään kiistaan toteamalla, että ”ikäntyneet voivat tutkimusten mukaan hyötyä kognitiivisesta tietokoneharjoittelusta, vaikkakin hitaammin kuin nuoremmat aikuiset. Harjoittelun avulla voidaan saada aikaan parannuksia harjoitelluissa taidoissa, mutta taitojen siirtyminen harjoittelemattomiin tehtäviin ja taitoihin on yleensä melko rajallista”. (IOM 2015, 188). NASEMin raportin mukaan tutkimustulokset kognitiivisista harjoituksista taasen ovat ”rohkaisevia, mutta epäselviä”, joten tarvitaan vielä lisätutkimuksia. (NASEM, 2017)

Erimielisyyksistä huolimatta nämä kaksi kiistelevää koulukuntaa ovat keskenään yksimielisiä kognitiivisen tietokoneharjoittelun vaikutusmekanismista eli positiivisesta plastisuudesta. Ne molemmat uskovat siis, että ikääntyneiden aivot pysyvät muokautuvina ja kykenevät oppimaan koko eliniän. Molempien ryhmien edustajat myös

toivovat systemaattista lisätutkimusta harjoittelun vaikutusten selkeyttämiseksi. NASEMin raportin mukaan tutkimuksien heikkouksia ovat olleet mm. pienet otannat, lyhyet seurantajaksot ja suhteellisen homogeeniset tutkimuspopulaatiot, joissa ei ehkä ole ollut mukana henkilöitä, joilla on korkein riski kärsiä negatiivisten ikääntymismuutosten haitoista. Myös tulosten mittaus- ja arviointityökalut pitäisi raportin mukaan valita tarkemmin. NASEM ehdottaakin, että jatkossa rahoitusta keskitettäisiin rajoitetulle määrälle hyvin suunniteltuja tutkimuksia, jotka ovat riittävän laajoja ja pitkäkestoisia. Raportti suosittelee, että tutkimuspopulaatioon sisällytetään laajoja väestöryhmiä ja otetaan erityisesti huomioon osallistujien etninen tausta, ikä, sosio-ekonominen asema ja dementiariski. Interventiotutkimuksiin kannustetaan ottamaan mukaan myös keski-ikäisiä. (NASEM 2017, 11-12.)

#### **4.3.2 Näköhavaintokentän harjoittaminen tietokoneella**

Näköhavaintokentän ja visuaalisen prosessoinnin harjoittamista on tutkittu pitkään, sillä Ball ym. kehittivät ensimmäisen UFOV-testin ja -harjoituksen jo 30 vuotta sitten. (Ball ym. 1988) Tässä työssä käsittelemäni UFOV-harjoittelu sijoittuu Kueiderin ja ottelussa (ks. s. 37) klassisiin kognitiivisiin harjoituksiin. Toiminnallisen näkökentän harjoittelu perustuu näköinformaation prosessointinopeuden ja prosessointitarkkuuden harjoittamiseen. Prosessointinopeuden hidastumista pidetään yhtenä merkittävimmistä syistä siihen, että ikääntyneet heikentyvät kognitiivisesti ja kohtaavat ongelmia päivittäisiä toiminnoissaan (Salthouse 1996). Näköhavaintokentän UFOV-harjoituksen perusideana on, että harjoittelija poimii näönvaraisesti informaatiota monimutkaisesta visuaalisesta ympäristöstä yhtä aikaa sekä keskeisestä että perifeerisestä näkökentästään. Harjoittelu mukautuu käyttäjän henkilökohtaisen suoriutumisen perusteella ja sen haastavuus lisääntyy asteittain.

Kirjallisuudessa siteerataan usein ACTIVE-tutkimusta (Advanced Cognitive Training for Independent and Vital Elderly). ACTIVEssa tutkittiin kolmea eri kognitiivisen harjoittelun muotoa, joista yksi oli näköhavaintokentän harjoitus. Tämä amerikkalainen tutkimus suoritettiin vuosina 1998—1999. ACTIVE on yksi laajimmista

interventiotutkimuksista, joissa on selvitetty, miten harjoittelu vaikuttaa kognitiivisesti terveiden iäkkäiden kognitiivisiin kykyihin ja päivittäiseen toimintakykyyn. ACTIVE oli satunnaistettu ja kontrolloitu tutkimus, johon osallistui 2832 iältään 65–94-vuotiasta amerikkalaista. Osallistujat jaettiin neljään ryhmään, joista yksi ryhmä oli harjoitukseen osallistumaton kontrolliryhmä. Lopuista ryhmistä yksi ryhmä harjoitti muistia ja toinen päättelykykyä sekä kolmas ryhmä teki visuaalista prosessointia kehittäviä UFOV-harjoituksia. ACTIVE-tutkimuksen kaikki kolme harjoitusryhmää tekivät kukin omia harjoituksiaan yhteensä 10 tuntia. Tämän lisäksi osa perusharjoitteluun osallistuneista suoritti tehostetun lisäharjoittelun eli heillä oli vielä 4 tuntia harjoitusta 11 kk ja 35 kk alkuperäisen harjoittelujakson päättymisestä. (Ball ym. 2002)

Tutkimusten mukaan kaikkiin kolmeen harjoitusryhmään (muisti, päättely ja visuaalinen prosessointi) osallistuneet paransivat harjoitettuja kykyjä verrattuna kontrolliryhmään, joka ei osallistunut harjoitteluun. Nämä parantuneet tulokset harjoittelussa näkyivät testeissä vielä 2 vuoden (Ball ym. 2002) ja 5 vuoden (Willis ym. 2006) kuluttua harjoittelusta. Näköhavainnoinnin prosessointinopeutta ja päätelykykyä harjoittaneet ryhmät (mutta ei muistia harjoittanut ryhmä) suoriutuivat kontrolliryhmää paremmin harjoittelussa taidossa vielä 10 vuoden päästä alkuperäisestä harjoittelusta. Parhaimmat tulokset saavuttivat ne, jotka olivat osallistuneet tehostettuun lisäharjoitteluryhmään (Rebok ym. 2014, 16). NASEMin raportin mukaan tutkimusnäyttöä 2 vuotta ACTIVE:n jälkeen voidaan pitää kohtuullisen luotettavana, mutta sen sijaan toimikunta pitää näytön luotettavuutta heikkona, kun interventiosta on kulunut 5 tai 10 vuotta. (NASEM 2017, 7-8).

ACTIVE-tutkimuksen harjoitteluun osallistuneita on tutkittu monissa asioissa, jotka liittyvät harjoittelun kognitiivisen taidon lisäksi myös muihin osa-alueisiin, kuten toimintakykyyn, terveyteen ja elämänlaatuun. Keskityn työssäni esittelemään ACTIVE:n UFOV-harjoitteluun liittyviä tutkimustuloksia sekä muita UFOV-harjoitukseen liittyviä tutkimuksia.

Useiden tutkimusten mukaan ACTIVEen osallistuneiden UFOV-ryhmäläisten harjoittelun vaikutukset siirtyivät myös päivittäiseen toimintakykyyn. Tutkimusten perusteella visuaalisen prosessoinnin harjoittelu vaikuttaa hyödyllisesti mm. autolla ajamiseen, fyysiseen terveyteen ja elämänlaatuun. Visuaalisen prosessoinnin harjoittelun avulla voidaan ACTIVEen liittyvien tutkimusten mukaan pitää yllä ikääntyneiden ajotaitoa ja -tottumusta. Harjoittelun on todettu vähentävän ikääntyneiden aiheuttamia autokolareita verrokkiryhmään verrattuna (Ball ym. 2010) ja harjoittelun avulla on onnistuttu lykkäämään ikääntyneiden kuljettajien ajamisen lopettamista myöhäisemmäksi (Edwards ym. 2009; Ross ym. 2015). UFOV-testi on todettu luotettavaksi mittariksi arvioitaessa iäkkäiden ajokykyä ja ajoturvallisuutta, sillä testitulokset korreloivat merkittävästi iäkkäiden autoilijoiden onnettomuusriskin kanssa. Tutkijoiden mukaan testiä tulisikin käyttää arvioitaessa iäkkäiden ajokykyä (Ball ym. 1993).

Tutkimuksessa havaittiin myös, että UFOV-harjoittelu vaikutti myönteisesti fyysiseen ja psyykkiseen terveyteen liittyvään elämänlaatuun (HRQoL) vielä kahden vuoden kuluttua harjoittelusta. (Wolinsky ym. 2006, 281). Lisäksi sen todettiin vähentävän kliinisesti merkittävien masennusoireiden ilmaantumista (Wolinsky ym. 2009). Vuonna 2017 julkaistussa seurantatutkimuksessa todettiin, että 10 vuotta harjoittelun päättymisestä ACTIVE-tutkimuksen havaintonäkökentän harjoitukseen osallistuneiden riski sairastua muistisairauteen oli 29% pienempi kuin kontrolliryhmän jäsenillä (Edwards ym. 2017), vaikka 5 vuotta aiemmin tehdyssä seurantatutkimuksessa vastaavaa vaikutusta ei ollut havaittavissa (Unverzagt ym. 2012).

Yhden ACTIVEen liittyvän tutkimuksen mukaan UFOV-harjoittelijoiden ryhmä raportoi selviytyvänsä instrumentaalisista päivittäisistä toiminnoista (IADL) kontrolliryhmään verrattuna paremmin vielä 10 vuoden päästä harjoittelusta (Rebok ym. 2014, 16). Parantuneita IADL-taitoja - sekä itsearvioituja että mitattuja - on raportoitu useissa visuaalisen prosessointinopeuden tutkimuksissa ja nämä tutkimustulokset ovat yhteneväisiä sen seikan kanssa, että IADL-toiminnoissa selviytyminen näyttäisi liittyvän enemmän ikääntyessä heikkeneviin joustaviin kognitiivisiin taitoihin kuin kiinteään älykkyyteen (Edwards ym. 2002, 339). On silti syytä huomauttaa, että

harjoittelijan henkilökohtaiset uskomukset saattavat osittain vaikuttaa siihen, kuinka henkilö raportoi itse IADL-toiminnoissa selviytymisestään. Tosin tällaista itseraportoinnin yliarviointia on havaittu lähinnä muistisairailla, joita ei ollut mukana ACTIVEssa. (Willis ym. 2006, 2812.)

IHAMS-tutkimus (The Iowa Healthy and Active Minds Study) suunniteltiin todentamaan ACTIVE-tutkimuksen tuloksia visuaalisen prosessoinnin osalta. Uudella tutkimuksella haluttiin samalla poistaa muutamia ACTIVE:n heikkouksia. Vuonna 2010–2011 suoritettuun tutkimukseen osallistui 681 henkilöä (ikäryhmissä 50–64-vuotiaat sekä 65-vuotiaat ja vanhemmat), jotka jaettiin neljään ryhmään. Näistä ryhmistä kolme harjoitteli visuaalista prosessointia uusimmalla versiolla tietokoneohjelmasta, jota käytettiin jo ACTIVE-tutkimuksessa. IHAMS-tutkimuksen kolmen eri harjoitteluryhmän ohjelma sisälsi valvottua harjoittelua 10 tuntia, valvottua harjoittelua 14 tuntia ja kotiharjoittelua 10 tuntia. Neljäs ryhmä oli kontrolliryhmä ja harjoitteli valvotusti tekemällä sanaristikoita tietokoneella 10 tuntia. (Wolinsky ym. 2013.)

Tutkimustulokset osoittavat, että kaikkien UFOV-harjoituksiin osallistuneiden ryhmien visuaalinen prosessointikyky parani kontrolliryhmään verrattuna molemmissa ikäryhmissä. IHAMSiin osallistuneiden kognitiivisia taitoja mitattiin useilla neuropsykologisilla mittareilla. Tällöin kävi ilmi, ettei kaikkien kolmen harjoitusryhmän suoritus parantunut pelkästään näköhavaintokentän osalta, vaan se parani myös useissa toiminnanohjauksen kannalta tärkeissä taidoissa (mitattuna Trails A, Trails B, SDMT, and Stroop sanatestillä). (Wolinsky ym. 2013, 8-9.)

ACTIVE- ja IHAMS-tutkimukset osoittavat — ainakin harjoituksia kannattavien tutkijoiden mielestä — sen, että UFOV-harjoittelulla voidaan parantaa näköhavaintokentän toimintaa ja vaikuttaa laajemminkin ikääntyneiden päivittäiseen toimintakykyyn. ACTIVE:n osalta harjoituksen vaikutusten on osoitettu olevan myös pitkäkestoisia.

Visuaalisen prosessoinnin ja näköhavaintokentän harjoittamiseen liittyvässä meta-tutkimuksessa Edwards ym. (2018) analysoivat aiemmin esitellyn IOMin kriteeristön (vrt. s. 40) pohjalta 44 sellaisen tutkimuksen tuloksia, jotka liittyvät 17 eri interventiotutkimukseen. Tutkimustulosten meta-analyysin perusteella Edwards ym. (2018) toteavat, että visuaalisen prosessoinnin harjoittelun myönteiset vaikutukset on vahvistettu laboratoriotestein, jotka mittaavat taitojen kehitystä monin eri tavoin. Harjoitellut taidot, visuaalinen prosessointi ja tarkkaavaisuus ovat siis todistettavasti parantuneet. Tutkimusten mukaan kognitiivisten taitojen paranemista ei sen sijaan havaittu tietyissä muissa taidoissa, kuten muistissa, toiminnanohjauksessa tai reaktioajassa. Analyysi kuitenkin osoitti, että harjoittelun vaikutukset siirtyivät joka tapauksessa päivittäiseen toimintakykyyn, sillä parantuneita tuloksia havaittiin niin mitatuissa IADL-testeissä kuin itsearvioituissa IADL-taidoissa. Sen lisäksi metatutkimus toi esille ne parannukset autolla ajamisessa, jotka mainittiin jo aiemmin ACTIVE-tutkimuksen yhteydessä. Harjoittelijan hyvinvoinnin osalta havaittiin, että harjoittelu vaikutti itsearvioituun terveyteen, terveyteen liittyvään elämänlaatuun ja sisäisen elämän hallinnantunteeseen. Puolet tutkimuksista toteutettiin siten, että niillä ei ollut mitään taloudellisia sidoksia harjoitteluohjelmien valmistajiin.

### **4.3.3 Tietokoneharjoittelun avoimia kysymyksiä**

Kognitiiviseen tietokoneharjoitteluun liittyy useita avoimia kysymyksiä. Jo nopea katseaus tietokoneharjoittelua käsittelevään tutkimuskirjallisuuteen osoittaa, että nykyymmärryksemme harjoittelusta ilmiönä on puutteellinen ja ristiriitainen. Tiedetään, että harjoittelusta saatuihin hyötyihin vaikuttavat monet seikat: harjoittelun erilaiset muodot, ohjelmat, tavat ja määrät sekä kohderyhmät ja harjoittelijoiden sitoutuneisuus. Alalla vallitsee yksimielisyys siitä, että asiasta kaivataan lisää syventävää tutkimusta.

Kun tarkastellaan kognitiivista tietokoneharjoittelua erityisesti ikääntyneiden kannalta, tarvitaan lisätutkimusta selvittämään mm. sitä, mitä ikääntyessä heikkeneviä kognitiivisia taitoja kannattaisi ensisijaisesti harjoittaa. Osa tutkijoista suosittaa, että

harjoitukset kohdistetaan sellaisiin kognitiivisiin ydintoimintoihin, kuten prosessointinopeuteen ja -tarkkuuteen, joita harjoittamalla on saavutettu hyviä tuloksia sekä kyseisen taidon kehittämisessä että siirtovaikutuksissa, esimerkkinä tästä UFOV-harjoitus. (Edwards ym. 2018, 72-73). Toiset taas ovat sitä mieltä, että olisi suositeltavaa harjoitella sellaisia taitoja ja sellaista toimintaa, joista on itsessään hyötyä päivittäisessä toiminnassa, koska harjoittelu vaikuttaa yleensä eniten nimenomaan harjoiteltuun taitoon. (Park & Bischof 2013, 115-116) Monien mielestä tärkeintä on, että harjoitusten vaikutukset siirtyvät päivittäiseen toimintakykyyn ja näkyvät myös eri toimintakyky mittareilla mitattuna parempana päivittäisenä selviämisenä. Vain siten harjoittelulla on todellista merkitystä ikääntyneiden elämänlaadun parantamisessa. Tutkimuksia tulisi myös kohdentaa enemmän tämän vaikutuksen mittaamiseen (Edwards ym. 2018, 88; Mewborn ym. 2017, 433).

Tutkimuksista selviää, että eri harjoitusmuodoista ja kognitiivisista kyvyistä on tähän mennessä pyritty parantamaan mm. ikääntyneiden muistia (verbaalista ja nonverbaalista muistia sekä tapahtuma- ja työmuistia), prosessointinopeutta, tarkkaavaisuutta, kolmiulotteista hahmottamista ja toiminnanohjausta. Useiden tutkimusten mukaan eri harjoitukset ovat vaikuttaneet positiivisesti, vaikka usein vähäisesti ikäkäiden kognitiivisen toimintakyvyn eri osa-alueisiin (Harvey ym. 2018; Kuieider ym. 2012; Shao ym. 2015; Lampit ym. 2014; Mewborn ym. 2017).

Kaikista ristiriitaisimpia ovat tutkimustulokset työmuistin harjoittelusta (Harvey ym. 2018, 911-912; IOM 2015, 188). Lampitin ym. meta-analyysin mukaan terveiden ikääntyneiden työmuistin harjoittelusta ei ollut havaittavaa hyötyä, kun sitä vastoin Mewbornin ym. meta-analyttisessä tutkimuksessa osoittautui, että yli 60-vuotiaiden kognitiivisesti terveiden tai lievästi kognitiivisesti heikentyneiden osallistujien työmuistin harjoittaminen on kaikkien tehokkain harjoittelumuoto (Lampit ym. 2014; Mewborn ym. 2017). Vaikka ikääntyneiden työmuistin harjoittelun tutkimustuloksissa on ilmennyt ristiriitaisuuksia, on työmuistin harjoittamisen positiiviset vaikutukset voitu todentaa nuorille aikuisille tehdyissä tutkimuksissa (IOM 2015, 188).



Tärkeäksi aiheeksi nousee siten myös kysymys harjoittelun aloittamisistä. Tässä työssäni olen käsitellyt kognitiivista tietokoneharjoittelua pääsääntöisesti (kognitiivisesti terveiden) ikääntyneiden näkökulmasta, mutta monissa tutkimuksissa nuorilla tutkittavilla on havaittu selkeämmin positiivisia vaikutuksia ja siirtovaikutusta kuin ikääntyneillä, mikä puoltaisi harjoitusten aloittamista aikaisemmin. (Park & Bischof 2013, 115). Kun harjoittelu ei todennäköisesti vaikuta samalla tavoin eri-ikäisiin, vaatii optimaalisen harjoitteluajankohdan määrittely vielä lisätutkimusta.

Lisätutkimusta vaatii myös se, mikä on optimaalinen harjoitusmäärä maksimaalisten vaikutusten aikaansaamiseksi. Harjoittelun ajallinen kesto ja harjoittelukertojen määrä ovat vaihdelleet suuresti tutkimuksesta toiseen. ACTIVE- ja IHAMS-tutkimusten perusharjoittelun yhteistuntimäärä oli ainoastaan 10 tuntia viiden viikon aikana, mutta monissa muissa tutkimuksissa kokonaisharjoittelu on ollut tuntimäärältään huomattavasti suurempi ja harjoittelu kestoltaan pitempi. Edwards ym. määrittelevät, että yhden harjoituksen kokonaisajan vähimmäiskesto on 10 tuntia. (Edwards ym. 2018, 88). Lampitin ym. meta-analyysin mukaan terveiden ikääntyneiden harjoittelu oli tehokkainta, kun harjoiteltiin 1–3 kertaa viikossa, mahdollisesti yli 30 minuuttia kerrallaan. Lampit ym. havaitsivat tutkimuksessaan joitain heikkoja todisteita siitä, että alle 30 minuuttia kestävät harjoittelusessiot saattavat olla tehottomia ja että harjoittelusta useammin kuin kolme kertaa viikossa ei näyttäisi olevan merkittävää hyötyä. (Lampit ym. 2014) Mewbornin ym. metatutkimuksen mukaan sitä vastoin harjoituskertojen kokonaismäärä, yhden harjoituskerran kesto ja harjoituskertojen tiheys vaikuttivat tuloksiin, mutta vähemmän kuin esim. intervention kohde eli harjoiteltu kognitiivinen kyky (Mewbornin ym. 2017, 432).

Harjoittelumääriin liittyy olennaisesti kysymys siitä, kuinka harjoitusten vaikutus säilyy. Lampitin ja Mewbornin ym. meta-analyysit eivät ottaneet kantaa tähän kysymykseen, sillä tutkimuksissa analysoitiin harjoittelulla saavutettuja tuloksia pian interventioiden jälkeen. ACTIVE:n poikkeuksellisen pitkä seuranta-aika antaisi viitteitä siitä, että positiiviset vaikutukset kognitiivisiin taitoihin voivat säilyä pitkään. ACTIVE-tutkimuksen perusteella voi myös päätellä, että harjoittelun toistaminen tietyn ajan kuluttua olisi hyödyllistä, sillä kognitiiviset taidot säilyvät parhaiten niillä

tutkimukseen osallistuneilla, jotka harjoittelivat ylimääräiset 4 tuntia 11 kk ja 35 kk alkuperäisen harjoittelujakson jälkeen. Harjoituskertojen pituus ja tiheys sekä tarvittava/optimaalinen harjoittelun yhteismäärä ovat kysymyksiä, joita täytyy vielä tutkia lisää.

Kohderyhmän harjoittelun tuloksellisuuteen voivat vaikuttaa monet tekijät, kuten fyysinen terveydentila, kognitio, sosioekonominen asema ja koulutustaso ja jo aiemmin mainittu ikä. Lisätutkimusta tarvitaan erityisesti kognitiivisen terveyden vaikutuksista ikääntyneiden harjoitteluun. Mewbornin ym. (2017) meta-analyysin mukaan kognitiivinen status — terve tai lievästi kognitiivisesti heikentynyt — ei vaikuttanut harjoituksesta saataviin hyötyihin, kuten ei myöskään koulutustaso tai ikä silloin, kun tutkimukseen osallistujat olivat yli 60-vuotiaita. Edwardsin ym. metatutkimuksessa havaittiin myös, että havaintonäkökentän harjoitusten positiiviset vaikutukset lievensivät kroonisten sairauksien tai niiden hoitojen aiheuttamaa heikkenemistä esimerkiksi HIV-tartuntaan, aivoverenkiertohäiriöön, Parkinsonin tautiin ja rintasyöpään sairastuneilla (Edwards ym. 2018, 80).

Myös motivaatio, sitoutuminen ja harjoitteluun kohdistetut odotukset ovat tärkeitä kysymyksiä, kun arvioidaan harjoittelun vaikuttavuutta. Näihin osa-alueisiin voivat vaikuttaa monet tekijät, jotka liittyvät kunkin ikääntyneen persoonaan, harjoittelun kontekstiin ja harjoitukseen itseensä. Lampitin ym. metatutkimuksen mukaan terveiden ikääntyneiden harjoittelu oli tehokkaampaa ohjattuna ja ryhmämuotoisena kuin kotona suoritettuna (Lampit ym. 2014). IHAMS-tutkimuksen tuloksissa ei puolestaan havaittu merkittävää eroa kotona tehdyn ja ryhmämuotoisen harjoittelun välillä, vaikka kotiharjoittelussa ilmeni lieviä sitoutumisongelmia (Wolinsky ym. 2013, 9). Mewborn ym. esittivät, että harjoitusmuodolla (yksittäin vs. ryhmät) oli vain vähän vaikutusta saatuihin tuloksiin. (Mewborn ym. 2017, 432). Edwards ym. puolestaan totesivat näönvaraisen prosessoinnin meta-analyysissään, että harjoittelu vaikutti enemmän yhteisöpohjaisissa interventioissa kuin kliinisissä harjoitusolosuhteissa (Edwards ym. 2018, 80). Kurssimuotoisen harjoittelun sosiaalinen aspekti saattaa-kin tehdä harjoittelusta mielekkäämpää ja siten lisätä sitoutumista (NASEM 2017, 84).

Finger-tutkimukseen osallistuneiden sitoutumista tietokoneharjoitteluun analysoitiin useiden tekijöiden perusteella, jotka liittyvät demografiaan, kognitioon, elämäntapaan ja terveydentilaan. Tällöin havaittiin, että kotiharjoittelussa aiempi tietokoneenkäyttökokemus oli merkittävin sitoutumista selittävä tekijä (Turunen ym. 2019). Harjoitusohjelmiin pyritään kehittämään sitoutumista edistäviä ominaisuuksia, mutta ihmisten henkilökohtaiset mieltymykset ja ominaisuudet vaikuttavat aina siihen, kokevatko he harjoittelun motivoivaksi vai eivät. Osalle ikääntyneistä tietokoneharjoittelu voi olla erittäin motivoivaa ja palkitsevaa, kun taas toisille se saattaa olla vastenmielistä.

## 5 AIVOJUMPPAKERHO KEHITTÄMISHANKKEENA

Osana opinnäytetyötäni halusin testata kognitiivista tietokoneharjoittelua ja erityisesti näköhavainnon prosessointinopeuden harjoittelua pienellä ryhmällä ikäihmisiä. Järjestämäni kurssin tarkoituksena ei ollut mitata harjoittelun vaikuttavuutta, vaan selvittää osallistujien kokemuksia ja luoda niiden pohjalta paranneltu versio kurssimuotoisesta harjoittelusta. Näköhavaintokentän harjoittelu valikoitui harjoittelumuodoksi pitkäaikaisen ja vaikuttavan tutkimusnäytön takia. Tähän valintaani vaikutti lisäksi se, että myös ainakin osa skeptisistä tutkijoista uskoo sen mahdollisuuksiin ja tunnustaa tutkimustulokset. Jotkut kriitikotkin siis myöntävät, että visuaalisen prosessointinopeuden harjoittaminen todistettavasti vaikuttaa kognitioon ja että harjoittelun siirtovaikutukset heijastuvat päivittäiseen toimintakykyyn. (Simons ym. 2016, 139) Valitsin toiminnallisen näkökentän harjoituksen myös siitä syystä, että näköhavaintokentän systemaattiselle harjoittamiselle ei ole luontaisia tilaisuuksia päivittäisessä elämässä.

Järjestämäni Aivojumppaa tietokoneella -kurssi toteutettiin yhteistyössä Espoon kaupungin Seniorineuvonta ja palveluohjaus Nestorin kanssa, jossa ideani sai innostuneen vastaanoton. Harjoitusryhmään osallistui kuusi yli 70-vuotiasta espoo-laista naista. Suurin osa heistä rekrytoitiin syksyllä 2019 Tapiolan palvelukeskuksessa pidetystä aivojumppakerhosta, jossa keskityttiin kognitiivisen terveyden kohentamiseen hieman eri näkökulmasta. Tuolla kurssilla aktivoitiin aivoja pääasiallisesti pelien, muistelun, arvoitusten, leikkien ja sosiaalisen kanssakäymisen keinoin.

Toteuttamani Aivojumppaa tietokoneella -kerho oli pienimuotoinen ja vapaaehtoinen kehittämishanke. Kokeilun tavoitteena oli ensisijaisesti käyttäjäkokemuksen selvittäminen ja palvelumallin suunnittelu. Siten sen suunnittelussa ja toteutuksessa ei ollut tarpeen ottaa huomioon tekijöitä, jotka olisi pitänyt huomioida esim. interventiotutkimusta tehdessä. Kurssilaiset hakeutuivat toimintaan vapaaehtoisesti omasta mielenkiinnostaan eikä osallistujia haluttu rajata iän, sukupuolen, kognitiivisen statuksen, tietokoneenkäyttökokemuksen tai minkään muunkaan kriteerin perusteella.

Kaikki halukkaat saivat mahdollisuuden osallistua kurssille, mutta ryhmä täytyi pitää varsin pienenä, koska käytössämme oli vain rajallisesti tilaa ja tietokoneita. Osallistujilta ei vaadittu etukäteissitoumusta, että he osallistuisivat kaikille harjoittelukerroille.

Järjestämäni aivojumbpakurssin pääsisältönä oli näköhavaintokentän harjoittaminen BrainHQ-ohjelmistoon kuuluvalla tietokoneharjoituksella, joka on nimeltään "Double Decision". Tämä harjoitus on päivitetty versio ACTIVE-tutkimuksessa käytetystä visuaalisen prosessoinnin UFOV-harjoituksesta, ja nykyään se on osa Posit Sciencen kognitiivisen tietokoneharjoittelun ohjelmavalikoimaa. Double Decision -harjoitus oli alun perin yliopistotutkijoiden kehittämä menetelmä, mutta yritys osti heiltä sen patentin vuonna 2008. (Simons ym. 2016, 141)

Kurssia pidettiin kaksi kertaa viikossa 1.5 tuntia kerrallaan viiden viikon ajan Tapiolan kirjastossa tammi—helmikuussa 2020. Ryhmäläisillä oli käytössään oma henkilökohtainen lisenssi harjoitusohjelmaan, joten harjoittelu oli mahdollista myös muualla ja muualla kuin aivojumbpakerhossa. Kurssin rakenne oli kopioitu varsin tarkkaan aiemmista interventiotutkimuksista eli ACTIVE- ja IHAMS-tutkimuksista. Varsinaisen harjoittelujakson päätyttyä järjestettiin vielä kaksi erillistä kokoontumista, joissa pidettiin työpajat kurssin kehittämiseksi ja testattiin muutamia muita BrainHQ:n ohjelmistossa olevia kognitiivisia harjoituksia.

## **5.1 Double Decision -harjoitus**

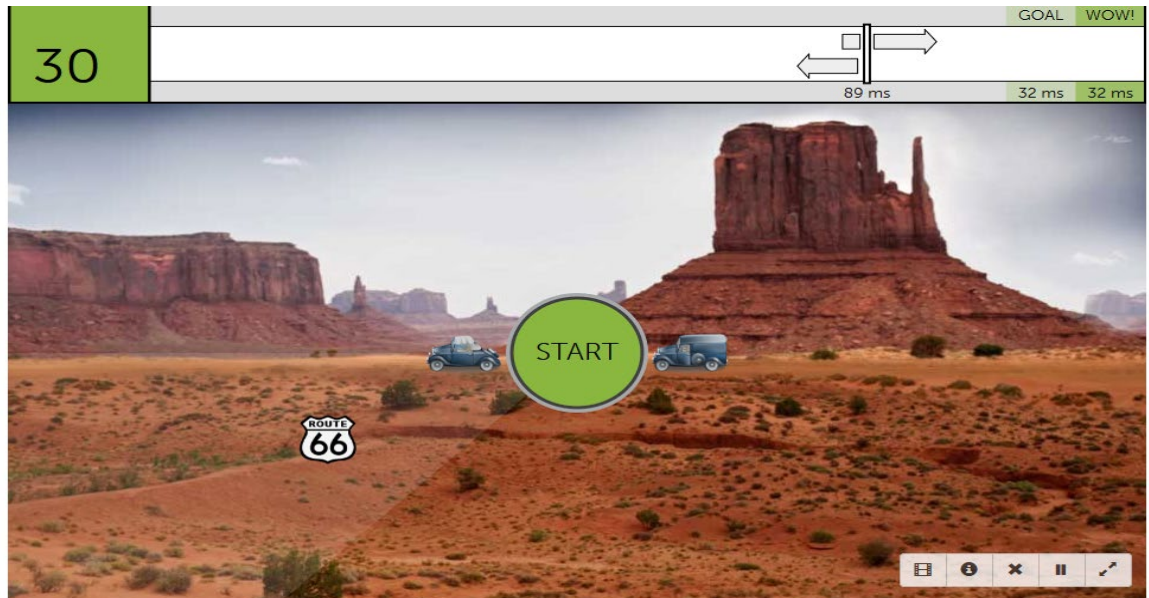
Double Decision on näköhavaintokentän harjoittamiseksi kehitetty harjoitus, jossa työestetään samanaikaisesti sekä prosessointinopeutta että -tarkkuutta. Harjoitus edellyttää myös kohteiden samanaikaista hakemista ja käsittelyä laajalta näkökentän alueelta. Visuaalisesti haastavat taustat vaikeuttavat tehtävää ja tuovat sitä samalla lähemmäs näköhavainnoinnin ja autoilun arkikokemusta.

Perusharjoitus etenee siten, että aluksi tietokoneen näyttöruudulle ilmestyy samanaikaisesti sekä auton silhuetti keskelle näyttöä että Route 66 -liikennemerkki näytön reunoille yhteen niistä kahdeksasta säteestä, jotka lähtevät ruudun keskikohdasta. Seuraavaksi sekä auto että liikennemerkki häviävät ja näytön keskelle ilmestyy kaksi erilaista autoa. Pelaajan täytyy nyt valita kahdesta näytöllä näkyvästä erilaisesta autosta oikea eli ensimmäiseksi havaittu auto ja sen jälkeen säde, jossa liikennemerkki näkyi. Pelaajat valitsevat auton ja säteen tietokoneen hiirellä tai kosketusnäytöllä pelatessaan sormellaan. Yksi harjoituskerta sisältää 30 em. harjoitusta ja kestää noin 5 minuuttia. Harjoittelu vaikeutuu pelaajan taitojen mukaan ja tulosten parantuessa niin, että auto ja näytön reunalla sijaitseva Route 66 -liikennemerkki näkyvät ruudulla yhä lyhyemmän aikaa. On hyvä korostaa, että ajan lyheneminen koskettaa ainoastaan sitä aikaa, jonka verran näytölle ilmestynvä auto ja liikennemerkki näkyvät. Sen sijaan harjoittelija voi käyttää haluamansa ajan oikean auton valitsemiseen kahdesta eri vaihtoehdosta ja oikean säteen valitsemiseen, sillä ohjelma ei pyri harjoittamaan reaktionopeutta, vaan ainoastaan visuaalisen hahmottamisen prosessointinopeutta.

Kun harjoittelija on tehnyt yhden 30 harjoitusta sisältävän harjoituskerran, tietokone antaa pelaajalle 1—4 tähteä suoriutumisen mukaan, ja pelaaja voi päättää, jatkaako samaa harjoitusta vai siirrykö seuraavaan, osittain vaikeampaan harjoitukseen. Harjoitusta vaikeutetaan asteittain siten, että autot muuttuvat enemmän toistensa näköisiksi, Route 66 -merkki siirtyy kauemmaksi keskustasta ja taustakuvaan ilmestyy yhä enemmän visuaalisia häiriötekijöitä, kuten muita liikennemerkkejä. Harjoituksen taustakuvina on kolme erilaista maisemaa: aavikko, maaseutu ja kaupunki. Myös taustakuvissa on eri määrä visuaalisia häiriötekijöitä.

Harjoitusta kehitetään kaiken aikaa ja pieniä muutoksia on havaittavissa lyhyenkin käytön aikana. Yksi havaitsemani muutos perusharjoituksessa näkyi mm. siinä, kuinka prosessointinopeutta seurataan. Aiemmin nopeutta saattoi seurata peli-ikkunan ylälaidassa näkyvästä palkista, josta ilmeni harjoituksen senhetkinen nopeus, harjoituksen aikataavoite sekä yleinen aikataavoite, mutta tätä työtä kirjoittaessani tuo toiminto ei enää ole käytössä, vaan nyt yläpalkissa näkyy jäljellä olevien harjoitusten

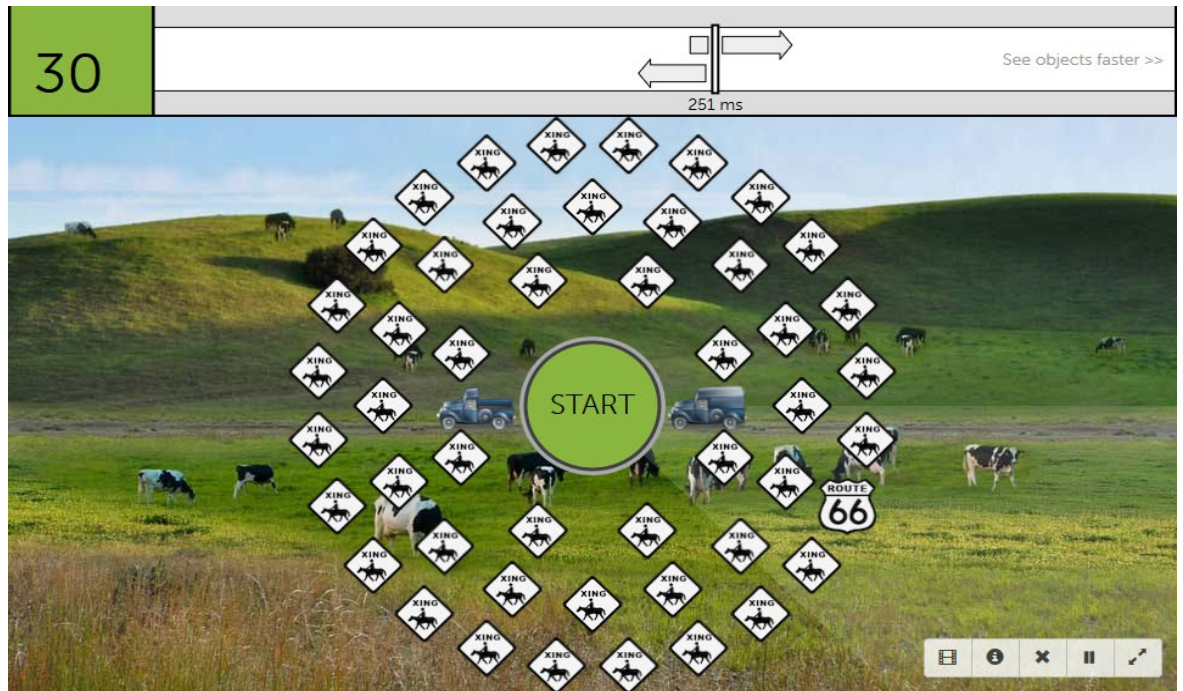
määrä. Harjoittelun lopuksi näyttöön ilmestyy ruutu, josta ilmenee ensimmäisen harjoituskerran tulos, paras tulos ja kyseisen harjoituskerran tulos. Prosessointinopeuden ajat ilmaistaan millisekunteina.



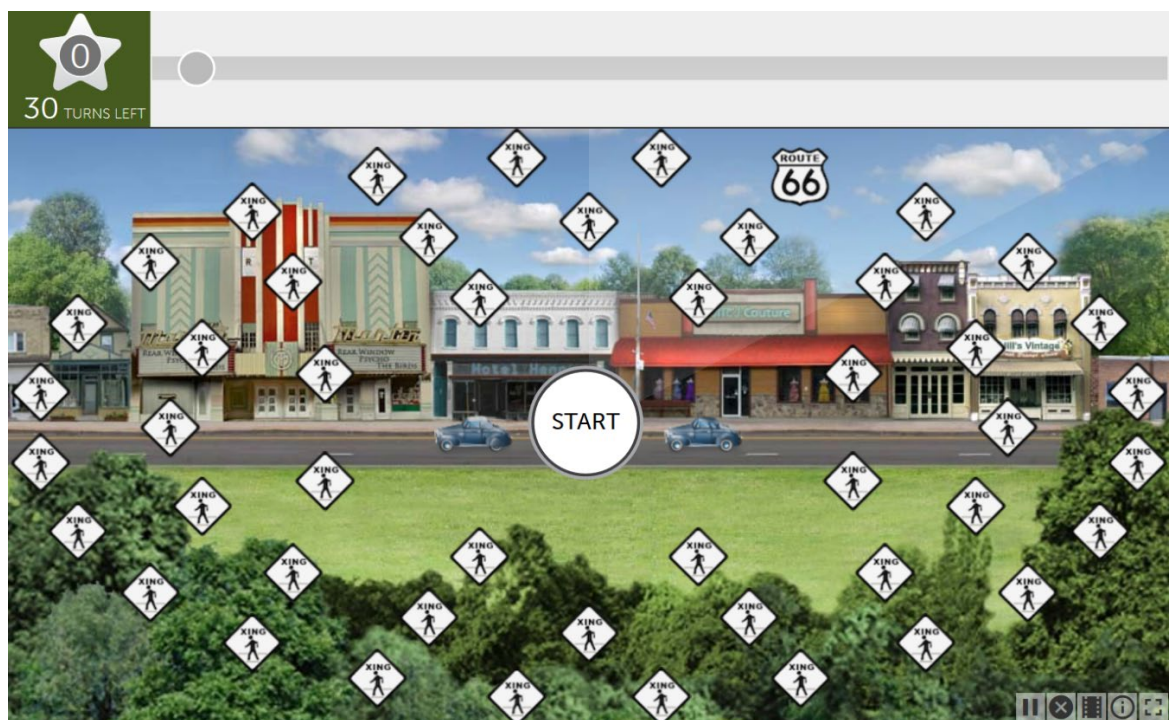
Tässä ensimmäisen tason ensimmäisessä pelinäkymässä autot ovat selkeästi erilaisia, liikennemerkki on lähellä pelin keskikohtaa eikä merkittäviä visuaalisia häiriötekijöitä ole. Yläreunan palkista näkyvät paras pelisuoritus ja seuraavat aikatavoitteet.



Tässä harjoituksessa autot muistuttavat jo enemmän toisiaan, liikennemerkki on kauempana keskustasta ja visuaalista häiriötä on enemmän.

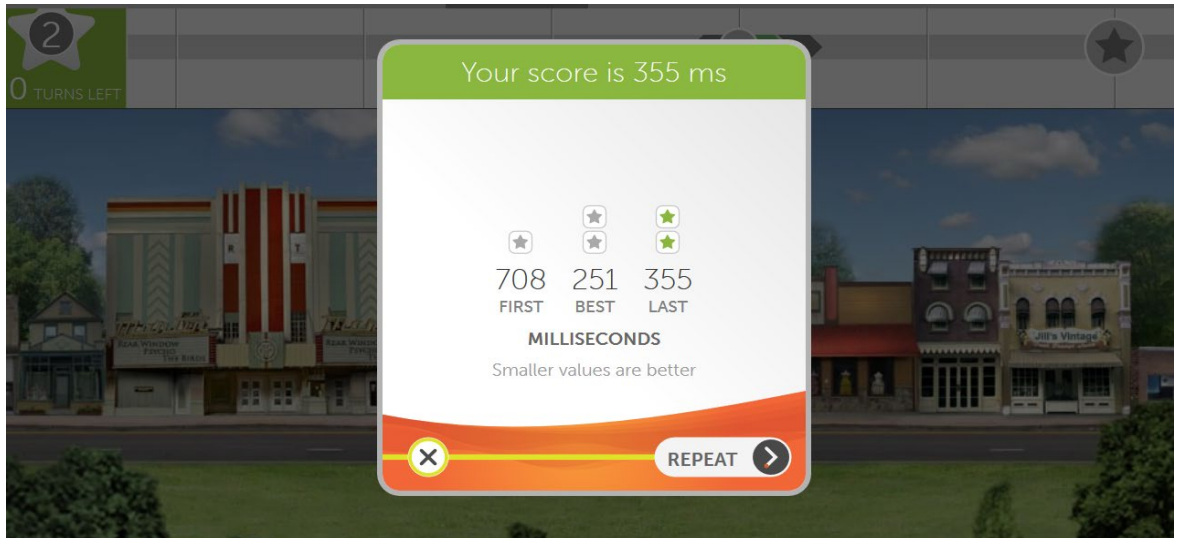


Vaikeammassa harjoituksessa visuaalisen häiriön määrä lisääntyy, mutta merkit sijoittuvat lähelle keskustaa. Yläpalkissa näkyy lukema 251 ms, joka on ensimmäisen pelin lähtönopeus. Alun jälkeen auton ja liikennemerkin näkymisaika joko pitenee tai lyhenee pelaajan suorituksen mukaan.



Pitkälle edenneessä kaupunkimaisemassa autot muistuttavat toisiaan, visuaalisia häiriötekijöitä on paljon ja Route 66 -liikennemerkki on kaukana keskustasta. Yläpalkissa ei tässä versiossa ole ominaisuutta, joka mittaisi prosessointiaikaa.





Harjoituksen lopuksi näyttöön ilmestyy ensimmäinen, paras ja viimeisin harjoittelu-  
tulos.

Koko harjoitus on jaettu 6 tasoon, joissa on yhteensä 40 harjoituskertaa. Pelaaja voi  
itse päättää, kuinka monta kertaa hän pelaa yhtä harjoitusta ja milloin siirtyy seu-  
raavaan ja haastavampaan harjoitukseen. Harjoittelu on pyritty tekemään mahdolti-  
simman motivoivaksi ja palkitsevaksi siten, että onnistuneen suorituksen jälkeen  
kenttään ilmestyy ”ilotulitusanimaatio”. Ohjelmassa on mukana myös ääniefektit jo-  
kaisen 30 pelikerran jälkeen sekä onnistuneelle että epäonnistuneelle suoritukselle.

## 5.2 Kurssin jatkokehitys käyttäjäkokemusten perusteella

Kurssille osallistui säännöllisesti kuusi yli 70-vuotiasta naista, seitsemäs ilmoittau-  
tunut lopetti kurssin ensimmäisen harjoituskerran jälkeen. Osallistujien taustatieto-  
jen pintapuoliseksi selvittämiseksi kurssin osallistujille jaettiin pohjatietolomake  
(LIITE 1), jossa kysyttiin osallistujien ikää eri ikäryhmiin jaoteltuna, aiempaa koke-  
musta tietokoneen käytöstä ja mahdollisuutta käyttää tietokonetta kotona.

Osallistujien taustaa tai harjoittelua ei työssä analysoida, mutta taustatieto antaa hyvää pohjaa sellaiseen palvelumuotoilun suunnitteluprosessiin, joka sisältää sekä aktiivisia tiedonhankkimistapoja että havainnointia ja tarkkailua. Vaikka ryhmä oli pieni, se tarjosi varsin hyvän mahdollisuuden havaintojen tekoon, sillä pienestä otannasta huolimatta mm. osallistujien ikä ja tietokonetaidot erosivat toisistaan melkoisesti. Kurssin kokemusten perusteella voidaan todeta, että yli 65-vuotiaiden ikäryhmässä tietokoneharjoittelu soveltui hyvin tässä ryhmässä myös yli 80-vuotiaille ja silloinkin, kun aiempaa tietokoneen käyttökokemusta ei ollut.

Pyrin selvittämään kurssin avulla sekä osallistujien tarpeita ja odotuksia että tunteuksia ja vaikutelmia harjoituksesta ja kurssista ja sovelsin tässä tehtävässä kevyesti muutamia palvelumuotoilun tiedonkeruumuotoja (ks. s. 9-10). Havainnoin aivojumppakerhon aikana harjoittelua, kurssin sujumista ja taukojen keskusteluja. Kurssin lopuksi pidimme kaksi työpajaa uusien ideoiden kehittämiseksi ja kurssikokemusten analysoimiseksi. Työpajoissa kurssilaiset tekivät pieniä tehtäviä pääasiassa aivoriihitekniikalla ja sitten pohdimme yhdessä näitä vastauksia ryhmähaastattelussa tai -keskusteluissa. Aivoriihen aikana jokainen osallistuja mietti annettuja aiheita ja kehityskohteita ensin itsekseen ja kirjoitti sitten ideansa Post-it -lappusille. Lopuksi kaikki lappuset järjestettiin fläppitaululle ideoittain. Osa tehtävistä käytiin läpi yhdessä siten, että jokainen antoi omasta mielestään käyttökelpoisille ideoille pisteitä, minkä jälkeen ideoista keskusteltiin ja niitä kehitettiin yhdessä.

Työpajan ensisijaisena tarkoituksena oli selvittää perusasioita kurssin käytännön toteutuksesta, mutta samalla mietittiin myös laajempia kysymyksiä, jotka liittyivät osallistujien tarpeisiin sekä kurssin tuottamaan arvoon ja laatuun. Tässä tehtävässä aivoriihitekniikka osoittautui toimivaksi ja tarpeeksi yksinkertaiseksi menetelmäksi, ja sen pohjalta käydyt ryhmäkeskustelut olivat hedelmällisiä, kun innovoimme ja kehitelimme edelleen uutta kurssia.

Kurssimuotoinen harjoittelu on joidenkin tutkimusten mukaan tehokkain tapa saada aikaan toivottuja positiivisia vaikutuksia ja sosiaalinen kanssakäymisen uskotaan

lisäävän harjoittelun mielekkyyttä ja siihen sitoutumista (ks. s. 50). Osallistujien kokemukset tukivat tätä näkemystä. Järjestetyissä työpajoissa osallistujat nostivat sosiaalisen kanssakäymisen yhdeksi kurssin tärkeimmäksi motivaatiotekijäksi ja kehittämiskohteeksi. Osallistujat toivoivat sosiaaliselta kanssakäymiseltä erityisesti mahdollisuutta vertailla henkilökohtaisia kokemuksia harjoittelusta ja vertaistukea harjoittelumotivaation ylläpitämiseen. Toisten kanssa juttelusta toivottiin myös virkistystä harjoittelun lomassa.

Kerhoon osallistujien mielestä kurssimuotoisen harjoittelun etuja ovat myös sen säännöllisyys ja velvoittavuus. Kotona tapahtuva harjoittelu vaatii heidän mukaansa suurempaa itseuria ja jää helposti muiden tehtävien varjoon. Kurssille tullessa harjoittelu tulee tehtyä sille varattuna aikana. Kaikilla ikäihmisillä ei edes ole omaa tietokonetta käytössään. Ilman omaa konetta kotona harjoittelu on luonnollisesti mahdotonta, kuten oli osalle tämänkin kurssin osallistujista. Toki esim. kirjastoissa on hyvät mahdollisuudet käyttää yleisiä tietokoneita, mutta jos ei ole tottunut käyttämään tietokonetta, kynnys harjoitella julkisen tilan laitteella voi olla korkea. Kurssimuotoisen harjoittelun yhdistäminen itsenäiseen harjoitteluun olisi osallistujien mielestä hyvä vaihtoehto siinä tapauksessa, että kaikilla kurssilaisilla on kykyä ja mahdollisuus käyttää harjoitteluohjelmaa kotona itsenäisesti.

Työpajoissa yhdeksi kehittämiskohteeksi nostettiin harjoittelun katkaiseva tauko. Tauko vaikutti havainnoinnin perusteella tarpeelliselta harjoittelun keskittymisen varmistamiseksi, sillä yli 30 minuutin intensiivinen työskentely tietokoneella on ainakin tässä ikäryhmässä hyvin haastavaa. Osallistujat toivoivat harjoittelun puolittavalta tauolta monenlaisia asioita. Jo mainittu sosiaalinen kanssakäyminen oli heille tärkeää ja lisäksi he toivoivat piristystä kahvittelusta. Toisaalta tauon ajaksi toivottiin myös kevyttä taukojumppaa yksipuolisen harjoitteluasennon vastapainoksi sekä keskustelua ja tietoa kognitiivisesta ikääntymisestä ja tavoista, miten siihen voi vaikuttaa. Vaikka kerholaiset yhtäältä toivoivat monimuotoista tauko-ohjelmaa, he eivät toisaalta kuitenkaan halunneet, että virkistäytyminen lisäisi yhden harjoituskerran kokonaiskestoa. Heidän toivomuksenaan oli, että varsinainen harjoittelu pysyy kurinalaisena ja kurssin pääsisältönä, jolloin jutustelu ja liikunta ovat vain sivuroolissa.

Järjestimme kurssin aikana yhden yhteisen lounaan. Yhteinen ruokailuhetki vaikutti hyvältä käytännöltä yhteishengen lisäämiseksi ja tarjosi tilaisuuden keskustella monista muistakin kuin kognitiiviseen harjoitteluun liittyvistä aiheista. Tällainen tapaaminen kerhoajan ulkopuolella auttaa myös rauhoittamaan kurssiainaa varsinaiseen toimintaan, sillä muutoin tauot tahtovat helposti venyä ja harjoittelu kärsiä, kun mielenkiintoiset puheenaiheet vetävät huomiota puoleensa.

Aivoriihen aikana tuli ilmi myös toinen kurssilaisten mielestä tärkeä asia ja kehittämiskohde. Osallistujat toivoivat, että saisivat henkilökohtaista palautetta oman harjoittelun sujumisesta ja edistymisestä. Näihin teemoihin ei tutkimuskirjallisuudessa oteta kantaa, joten apua ja tietoa kysymysten selvittämiseen täytyy hankkia muualta, esim. harjoitusohjelman tarjoajalta. Tutkimusten mukaan henkilökohtaisen suoriutumistasoon mukautuva harjoittelu on tehokasta ja tietokoneohjelmien antama reaaliaikainen suorituspalautte pitää potentiaalisesti harjoittelun houkuttelevana ja motivoivana. Kurssin aikana konkretisoitui kuitenkin hyvin myös se, kuinka vaikeaa on säilyttää motivaatio silloin, kun osallistujista tuntui siltä, että tulokset eivät paranekaan odotetusti, vaan ne junnaavat paikoillaan tai jopa huononevat harjoittelun kuluessa ja tehtävien vaikeutuessa visuaalisesti. Kurssin ohjaajan pitääkin ymmärtää harjoitteluprosessia sekä osata ohjata ja kannustaa kutakin harjoittelijaa henkilökohtaisesti.

Lisäksi osallistujia kiinnostivat harjoittelun teoreettinen pohja ja neuroplastisuuden periaatteet. Kurssin osallistujat halusivat oppia ymmärtämään, mihin harjoitteluohjelman teho käytännössä perustuu, joten kurssin vetäjän pitäisi ymmärtää jonkin verran neurotiedettäkin. Tämä tieto on tarpeen myös, jotta ohjaaja voi välittää informaatiota muistakin tutkituista tavoista, joilla kognitiiviseen toimintakykyyn voidaan vaikuttaa. Ihmiset, jotka hakeutuvat tämänkaltaiselle aivojumppakurssille, ovat olettavasti kiinnostuneita ylläpitämään aivoterveystään mahdollisimman monipuolisesti. Ainakin tämän pilottikurssin osallistujat olivat. Kurssillamme keskusteltiin tietokoneharjoittelun lisäksi monista muista tavoista vaikuttaa kognitiiviseen ikääntymiseen ja

toimintakykyyn yleisemminkin. Osallistujat olivat erittäin kiinnostuneita tutkimustiedosta ja mahdollisuuksista vaikuttaa positiivisesti kognitiivisiin kykyihin, sillä heidän kokemuksensa perusteella eri tiedotusvälineistä saatava tieto on yleissävyltään negatiivista, ts. keskittyy kuvailemaan ikääntymiseen liittyvää heikkenemistä ja rapistumista. Aivoriihessä pohdittiin, että tiedon jakamisen lisäksi yhtä lailla tärkeää on kannustavan harjoitteluilmapiiirin luominen ja kaikenlainen "tsemppaus".

Tämän pienen testiryhmän perusteella vaikutti, että tiivis 1.5 tunnin harjoitus — jaettuna kahteen 30 min harjoittelujaksoon ja noin 30 min taukoon — viiden viikon ajan on hyvä formaatti uuden vastaavan kurssin järjestämiseksi. Valintaa tukee myös Lampitin metatutkimus (ks. s. 49), jonka mukaan 30 minuutin harjoittelurupeama vaikuttaisi riittävältä. Kurssin osallistujakunta oli alun alkaen valikoitunutta ja kiinnostunutta huolehtimaan omasta kognitiivisesta terveydestään, joten heistä tällainen ajallinen panostus harjoitteluun vaikutti sopivalta, vaikka kaksi kertaa viikossa järjestetty kurssi hallitsee ajankäyttöä melkoisesti. Testiryhmän mielestä sekä yksi harjoituskerta että koko kurssi voisivat kestää hieman kauemminkin, esim. 2 tuntia kerrallaan ja 6—7 viikon ajan. Harjoittelun innostavuus ja motivaatio ovat tutkijoiden mukaan tärkeitä seikkoja positiivisten plastisten muutosten aikaansaamiseksi sillä edellytyksellä, että harjoittelu on myös intensiivistä ja vaativaa. Kaikki nämä seikat asettavat omat reunaehdonsa harjoittelun järjestämiselle samoin kuin muut optimaalisen harjoittelun ominaisuudet, joiden selvittäminen on vasta alkuvaiheessa. On selvää, että kurssimuotoisen harjoittelun ajallisessa järjestämisessä on otettava huomioon monia eri tekijöitä.

Osallistujat pitivät tietokoneharjoittelua tylsänä, mutta sitoutuivat siihen hyvin koko viisiviikkoisen kurssin ajan. Kurssilaiset osallistuivat harjoituskerroille erittäin säännöllisesti, paitsi jos heillä oli jokin muu tärkeä meno, kuten lääkäriaika. Osa heistä harjoitteli ohjelmalla myös kotona kurssiaikojen ulkopuolella, varsinkin jos he joutuivat olemaan pois kurssilta jostain syystä. Useimmat kurssilaiset olivat muutenkin aktiivisia toimijoita ja osallistuivat moniin liikunta- ja kulttuuri- yms. harrastusryhmiin. Jos halutaan varmistaa näiden aktiivisten eläkeläisten mielenkiinto, täytyy huolehtia,

että tarjottava kurssi pysyy houkuttelevana. Vain siten aivojumppakerho pystyy kilpailemaan muiden mahdollisten aktiviteettien kanssa.

Merkittävin havainto muista kurssin käytännön järjestelyistä liittyy tietokoneen käyttökokemukseen. Vaikka harjoitteli ei tarvitse erityisiä tietokonetaitoja, vaatii UFOV-harjoittelu silti tietynlaista perusvalmiutta käyttää tietokonetta ja erityisesti hiirtä. Tietokoneen ja hiiren käytön opettelu harjoittelun tarpeisiin on kyllä kurssin perusteella täysin mahdollista, mutta se vaatii ikääntyneeltä harjoittelijalta motivaatiota ja oikeaa asennetta. Mikäli suinkin on mahdollista, näitä taitoja olisi hyvä harjoitella yhdessä jo ennen kurssin alkua, ettei kurssin rajallinen aika kuluisi tietotekniikan perustaitojen harjoitteluun.

Tietotekniikan käyttäminen oli ajoittain haasteellista, mutta eniten harjoittelua vaikeuttivat silti monien osallistujien erilaiset silmäsairaudet ja näkemisen ongelmat, jotka luonnollisesti haittaavat näönvaraista harjoittelua. Kurssilaiset toivoivat myös tietoa siitä, kuinka heidän silmäsairautensa vaikuttavat näönvaraiseen hahmottamiseen ja näköhavaintokentän toimintaan. Sen lisäksi kurssilaiset kaipasivat tietoa tietokoneen käytön mahdollisista haittavaikutuksista iäkkäiden silmiin tai näkemiseen.

Harjoitteluolosuhteiden ergonomiaan pitää kiinnittää erityistä huomiota, kun kyseessä on osallistujajoukko, jolla on jo iän tuomaa kulumaa tuki- ja liikuntaelimissä. Tietokoneen käyttö rasittaa sen vuoksi ikäihmisten olkapäitä ja yläselkää keskivertoa enemmän. Yhtä lailla on tärkeää, että harjoitteluolosuhteet pidetään rauhallisina. Tämä oli haasteellista, sillä osallistujat kokivat, että oma keskittyminen herpaantui helposti äänien ja muiden häiriötekijöiden vuoksi. Keskittymistä voisi auttaa kuulokkeiden käyttäminen. Niiden käyttö on hyödyllistä myös sen vuoksi, että harjoitusohjelmaan liittyy pieni ääniefekti. Kurssilaiset eivät kuitenkaan innostuneet käyttämään kuulokkeita kurssin aikana. UFOV-harjoittelu ei sisällä kielellistä harjoittelua, joten harjoitusohjelman englanninkielisyys ei tuottanut merkittäviä vaikeuksia. Toki suomenkielinen ohjelmisto helpottaisi harjoitteluohjelman käyttöä entisestään ja varsinkin sen itsenäistä käyttöä.

Aivojumppaa tietokoneella -kurssin suunnittelu ja toteuttaminen oli minulle antoisa ja opettavainen kokemus, joka lisäsi merkittävästi ymmärrystäni ikääntyneiden kognitiivisesta tietokoneharjoittelusta. Kurssista saamani palaute osoittaa, että kokemus oli positiivinen ja rohkaiseva myös kerholaisille. Niinpä tätä ACTIVEn innoittamaa harjoitteluformaattia on tarkoitus seurata vielä joulukuussa 2020 järjestettävällä kahden viikon lisäharjoittelujaksolla.

## 6 LOPUKSI

Työni keskeinen kysymys on pohtia sitä, millaiset mahdollisuudet yksilöillä on hidastaa kognitiivista ikääntymistä omalla toiminnallaan, kuten kognitiivisella tietokoneharjoittelulla. Kognitiivinen harjoittelu perustuu ajatukseen kognitiivisen ja päivittäisen toimintakyvyn välisestä yhteydestä sekä olettamukseen, että ainakin osa ikääntyneiden arjessa kokemista vaikeuksista johtuu heikentyneistä kognitiivisista taidoista.

Kognitiivisia kykyjä parantamalla pyritään edesauttamaan ikäihmisten mahdollisuuksia elää itsenäistä ja omannäköistä elämää mahdollisimman pitkään. Tämä tavoite on ajankohtainen myös laajemmin yhteiskunnan tasolla, kun etsitään edullisia ja toimivia vaihtoehtoja ikääntyneiden toimintakyvyn ylläpitämiseen väestön vanheudessa. On paljon erilaisia ja tutkittuja keinoja vaikuttaa kognitiiviseen ikääntymiseen, tämän opinnäytetyön keskiössä olivat kognitiiviset tietokoneharjoitukset ja erityisesti näköhavainnon prosessointinopeuden harjoittaminen tietokoneella.

Järjestämäni kurssin osallistujat ovat hyvä esimerkki siitä, kuinka ikääntyneillä on suuri tarve pitää yllä toimintakykyään ja mielensä virkeyttä. Onko tutkimusnäyttö kuitenkin niin vakuuttavaa, että on perusteltua suositella ja tarjota tietokoneharjoittelua ikäihmiselle, joilla on huoli oman kognition heikentymisestä ja mahdollisesti jo siitä johtuvaa päivittäistä haittaa?

Monet tutkijat pitävät kognitiivista tietokoneharjoittelua potentiaalisena vaihtoehtona ja riskittömänä harjoittelutapana, joka ei ole käyttäjälleen kallista eikä liian rasittavaa. Kriitikoiden mielestä harjoittelusta saatavat hyödyt ovat kuitenkin varsin pieniä. Harjoittelua on kehitetty ja tutkittu, ja tätä keskustelua on käyty koko 2000-luvun ajan. Kirjallisuuskatsauksessani perehdyin aiheeseen etsiessäni lähdeaineistosta vastauksia ennen kaikkea kahteen kysymykseen: Voidaanko tietokoneharjoittelulla vaikuttaa ikääntyneiden kognitiivisiin kykyihin ja voidaanko sillä vaikuttaa



positiivisesti myös päivittäiseen toimintakykyyn? Oma käsitykseni kognitiivisesta tietokoneharjoittelusta alkoi muotoutua näiden kysymysten pohjalta opintonäytetyöni edetessä. Päädyin pohdinnoissani vastaukseen, joka on samansuuntainen kuin NASEMin vuoden 2017 raportin näkemystä asiasta: näyttö kognitiivisesta tietokoneharjoittelusta on rohkaisevaa, mutta aihe vaatii vielä lisää tutkimusta.

Kysymys kognitiivisen tietokoneharjoittelun potentiaalista on kuitenkin kaikkea muuta kuin yksiselitteinen. On pantava merkille myös toinen tutkijoiden ja NASEMin työryhmän tekemä tärkeä huomio: yksittäisistä tutkimuksista ei voi vetää johtopäätöksiä kaikkien tietokoneharjoitusohjelmien tai aivopeleinä markkinoitavien ohjelmien kognitiivisista hyödyistä tai pitkäaikaisista vaikutuksista. Pitävä tieteellinen näyttö edellyttää aina validia tutkimusta juuri kyseisen harjoitusmenetelmän hyödyistä. Toisaalta on samalla syytä muistaa se realiteetti, että tarvittavien tutkimusten toteuttaminen on hidasta ja kallista työtä. Satunnaistetut ja kontrolloidut interventiotutkimukset tieteellisen näytön saamiseksi vaativat paljon erilaisia resursseja. Näin ollen tutkimusnäytön puuttuminen ei automaattisesti tarkoita myöskään sitä, että jokin harjoittelutapa olisi tehoton. Pitävä tutkimusnäyttö harjoittelun hyödyistä on kuitenkin ehdoton vaatimus silloin, kun kognitiiviseen toimintakykyyn vaikuttamista käytetään myyntiargumenttina kaupallisessa toiminnassa. Yritykset eivät saa johtaa kuluttajia harhaan hataraan tutkimusnäyttöön perustuvalla mainonnalla.

Kompetenssini ei riitä siihen, että pystyisin ottamaan kantaa tietokoneharjoittelua koskevan kiistan tieteenfilosofisiin lähtökohtiin tai yksittäisiin tutkimustuloksiin. Näkemykseni perustuu lukemiini tutkimusartikkeleihin, mutta myönnän olleeni taipuvainen suosimaan aineistoa, joka pitää tietokoneharjoittelua potentiaalisena harjoitusmuotona. Neuroplastisuuteen perustuvat argumentit ja tutkimukset vaikuttavat mielestäni luotettavilta ja lupaavilta — yksittäiset tutkimustulokset, kuten ACTIVEen liittyvät tutkimukset jopa ihmeteltävän hyviltä — kun otetaan huomioon, miten pienellä harjoittelumäärällä tutkimusten mukaan saatiin aikaan pitkäkestoisia positiivisia vaikutuksia. Useiden tutkimusten mukaan UFOV-harjoittelulla voidaan vaikuttaa näköhavainnoinnin parantumisen lisäksi myös monella muulla tavoin positiivisesti iäkkäiden päivittäiseen toimintakykyyn ja elämänhallintaan.

NASEMin vuoden 2017 raportin mukaan tietokoneharjoittelusta on riittävästi tutkimusnäyttöä ihmisten informoimiseksi, vaikka yhä kaivataan lisää näyttöä ikääntymismuutoksiin vaikuttamisesta ennen kuin aloitetaan massiivisia tiedotuskampanjoita sen puolesta. Mielestäni olisi paikallaan ryhtyä tekemään harjoittelumuotoa tunnetuksi myös Suomessa. Oma pieni kehittämishankkeeni Aivojumppaa tietokoneella osoitti, että kognitiivinen tietokoneharjoittelu sopii ainakin valikoidun, kognitiivisesta terveydestään huolehtivan ja motivoituneen eläkeläisryhmän harjoittelumuodoksi.

Oma käsitykseni siis on, että kognitiivinen tietokoneharjoittelu voi olla hyvä vaihtoehto ja täydentävä tapa pitää yllä kognitiivista terveyttään varsinkin niille ikääntyville, jotka suhtautuvat myönteisesti tämäläisyyteen harjoitteluun. Erityisen toimiva harjoittelutapa se voi olla joillekin liikuntarajoitteisille. On myös hyvä tiedostaa se, että tietokoneharjoittelulla ei ole havaittuja haittavaikutuksia. Niinpä ikääntyneet voivat halutessaan huoletta harrastaa tietokoneharjoittelua, vaikka tutkimusnäyttöä tehokkaan harjoittelun ominaisuuksista vielä osittain odotellaan. Joidenkin tutkimustulosten perusteella harjoittelun positiiviset vaikutukset kieltämättä näyttävät suuremmilta nuoremmissa osallistujaryhmissä. Tutkimusten mukaan on kuitenkin yhtä lailla potentiaalisesti hyödyllistä tarjota harjoittelua ikääntyneemmällekin väestölle — ja oman kokemukseni valossa se on myös mahdollista.

Testikurssista saatua tietoa ja osallistujien palautetta hyödynnettiin palvelumuotoilun keinoin kahdessa aivoriihessä, joissa yhteisenä tavoitteenamme oli kehittää harjoittelua mahdollisimman käyttäjäystävälliseksi. Yhteinen ideointi nosti esiin, mitkä ovat osallistujien mielestä kurssimuotoisen harjoittelun keskeisimmät asiat ja kehittämiskohteet. Kurssilaiset korostivat ensinnäkin, että on tärkeää harjoitella kurinalaisesti lyhyehkö jakso kerrallaan. Toisekseen heistä oli olennaista rytmittää tätä harjoittelua puolivälin tauolla, joka antaa merkittävän mahdollisuuden virkistyä, seurustella, saada kannusta ja vertailla kokemuksia. Lisäksi osallistujia kiinnosti myös kaikenlainen tutkimustieto kognitiiviseen toimintakykyyn vaikuttamisesta, ja

motivaation kohottamiseksi kaivattiin henkilökohtaista palautetta harjoituksen sujumisesta. Uuden kurssin suunnittelun lähtökohdaksi otettiin nimenomaan kurssimuotoinen harjoittelu, joka oli myös osallistujien mielestä paras tapa harjoitella.

Niin aivojumppakerholaisiani kuin minua itseäni motivoi se tutkimustieto, että tietokoneharjoittelulla voidaan vaikuttaa — ainakin vähän — positiivisesti kognitiiviseen toimintakykyyn, mikä näkyy päivittäisen toimintakyvyn ja elämänlaadun kohentumisena. Jään kiinnostuneena seuraamaan uusia tutkimuksia aiheesta ja vastauksia mm. seuraaviin kysymyksiin: Mitä kognitiivisia taitoja olisi erityisen hyvä harjoittaa? Miten, missä iässä, kuinka paljon ja missä kontekstissa harjoittelu olisi tehokkainta? Toivon samalla, että tutkimustiedon lisääntyessä pystytään paremmin todistamaan harjoittelun hyödyt ja soveltamaan tietoa harjoittelumuotojen kehittämiseen, jolloin kritiikin tarve vähenee.

Jo nyt tiedossa on, että tietokoneharjoittelua voidaan tehostaa yhdistämällä se muihin strategioihin ja toimintoihin, joilla pyritään joko vähentämään kognitiivisen ikääntymisen riskejä tai stimuloimaan kognitiivisesti. Esimerkkinä tästä mainittakoon liikunta sekä sosiaalisuutta ylläpitävät toiminnot ja harrastukset yleisesti. Unohtaa ei myöskään pidä yleisesti terveellisiä elämäntapoja eikä sydän- ja verisuonisairauksien riskitekijöiden huolellista hallintaa. Neuroplastisuuden isäksi kutsuttu Michael Merzenich on opastanut, että jokainen meistä voi edistää aivoterveystään merkittävästi pelkästään välttämällä rutiininomaista käytöstä, pitämällä yllä älyllistä uteliaisuuttaan ja elämällä kaikki aistit avoinna.

Työni kuluessa kävi kuitenkin selväksi myös se, että kognitiivinen heikkeneminen on hyvin yksilöllistä ja ilmiönä osittain arvoitus. Nykytieto ei siten riitä takaamaan absoluuttisesti sitä, millainen lopputulos tietyllä elämäntapavalinnalla tai tietyllä harjoittelumuodolla on. Tästä huolimatta mielestäni on hyvä lisätä tietoa ja tarjontaa niistä keinosta, jotka tutkitusti hidastavat ikääntymismuutoksia tehokkaasti tai jotka eivät ainakaan nopeuta negatiivisia muutoksia. Tekemäni kirjallisuuskatsauksen ja empiirisen esimerkkitapaukseni perusteella uskon, että kognitiivinen

tietokoneharjoittelu on tulevaisuudessa yksi potentiaalinen vaihtoehto kognitiivisen ikääntymisen ennaltaehkäisyssä, hidastamisessa ja hoidossa, vaikka alan tutkimustulokset ovat nyt 2020-luvun alussa osittain ristiriitaisia. Pysin myös itse jatkamaan työtä kognitiivisen tietokoneharjoittelun edistämiseksi sen kokemuksen pohjalta, jonka olen hankkinut tätä opinnäytetyötä tehdessäni.

## LÄHTEET

- Ball, K. Beard, B. L. Roenker, D. L. Miller, R. L. & Griggs, D. S. 1988. Age and visual search: Expanding the useful field of view. [Verkkolehtiartikkeli]. *JOSA A*, 5(12), 2210-2219. [Viitattu 20.9.2019]. Saatavana: [https://www.researchgate.net/profile/Karlene\\_Ball/publication/19924790\\_Age\\_and\\_visual\\_search\\_Expanding\\_the\\_useful\\_field\\_of\\_view/links/00b49521f64eca7d86000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Karlene_Ball/publication/19924790_Age_and_visual_search_Expanding_the_useful_field_of_view/links/00b49521f64eca7d86000000.pdf)
- Ball, K. Owsley, C. Sloane, M. E. Roenker, D. L. & Bruni, J. R. 1993. Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes in older drivers. [Verkkolehtiartikkeli]. *Investigative ophthalmology & visual science*, 34(11), 3110-3123. [Viitattu 3.10.2019]. Saatavana: [https://www.researchgate.net/profile/Michael\\_Sloane/publication/14792528\\_Visual\\_attention\\_problems\\_as\\_a\\_predictor\\_of\\_vehicle\\_crashes\\_in\\_older\\_drivers/links/02bfe50ead18e54943000000/Visual-attention-problems-as-a-predictor-of-vehicle-crashes-in-older-drivers.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Michael_Sloane/publication/14792528_Visual_attention_problems_as_a_predictor_of_vehicle_crashes_in_older_drivers/links/02bfe50ead18e54943000000/Visual-attention-problems-as-a-predictor-of-vehicle-crashes-in-older-drivers.pdf)
- Ball, K. Berch, D. B. Helmers, K. F. Jobe, J. B. Leveck, M. D. Mariske, M. Morris, J. N. Rebok, G. W. Smith, D. M. Tennstedt, S. L. Unverzagt, F. W. & Willis, S. L. 2002. Effects of cognitive training interventions with older adults: A randomized controlled trial. [Verkkolehtiartikkeli]. *JAMA*, 288 (18), 2271-2281. [Viitattu 20.9.2019]. Saatavana: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/195506>
- Ball, K. Edwards, J. D. Ross, L. A. & McGwin, Jr, G. 2010. Cognitive training decreases motor vehicle collision involvement of older drivers [Verkkolehtiartikkeli]. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58 (11), 2107-2113. [Viitattu 3.10.2019]. Saatavana: <http://longevity3.stanford.edu/brain-health/files/2013/04/Ball-Edwards-et-al-2010-SOP-training-and-crashes-RE-PRINT.pdf>
- Brain Age. Train Your Brain in Minutes a Day! [Verkkosivusto] Wikipedia. [Viitattu 3.10.2019]. Saatavana: [https://en.wikipedia.org/wiki/Brain\\_Age:\\_Train\\_Your\\_Brain\\_in\\_Minutes\\_a\\_Day%21](https://en.wikipedia.org/wiki/Brain_Age:_Train_Your_Brain_in_Minutes_a_Day%21)
- Clay, O. J. Wadley, V. G. Edwards, J. D. Roth, D. L. Roenker, D. L. & Ball, K. K. 2005. Cumulative meta-analysis of the relationship between useful field of view and driving performance in older adults: Current and future implications. [Verkkolehtiartikkeli]. *Optometry and vision science*, 82(8), 724-731. [Viitattu 5.12.2019] Saatavana: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/39183966/09e4150b62e2702423000000.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCumulative\\_Meta-analysis\\_of\\_the\\_Relation.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWO-WYYGZ2Y53UL3A%2F20200225%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date=20200225T193207Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-Signed-Headers=host&X-Amz-Signature=5a365fd078ec7c4ffc7fd83f9ffd246d5402be923df49dda2742ad22d922c459](https://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/39183966/09e4150b62e2702423000000.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCumulative_Meta-analysis_of_the_Relation.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWO-WYYGZ2Y53UL3A%2F20200225%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20200225T193207Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-Signed-Headers=host&X-Amz-Signature=5a365fd078ec7c4ffc7fd83f9ffd246d5402be923df49dda2742ad22d922c459)
- Cognitive Training Data Response Letter. 2015. [Verkkosivu]. [Viitattu 29.8.2019]. Saatavana: <https://www.cognitivetrainingdata.org/the-controversy-does-brain-training-work/response-letter/>

- Dinse, H. R. 2006. Cortical reorganization in the aging brain. [Verkkolehtiartikkeli]. *Progress in Brain Resesarch* 157, 57-80 [Viitattu 5.12.2019] Saatavana: [https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=z\\_iKLeLAbZ4C&oi=fnd&pg=PA81&ots=VHw9xp-cKq&sig=Myi\\_-4HZcWC\\_6b1R-fip-N8xmSk&re-dir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=z_iKLeLAbZ4C&oi=fnd&pg=PA81&ots=VHw9xp-cKq&sig=Myi_-4HZcWC_6b1R-fip-N8xmSk&re-dir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Doige, N. 2007. *The brain that changes itself*. New York: Penguin.
- Edwards, J. D. Wadley, V. G. Myers, R. S. Roenker, D. L. Cissell, G. M. & Ball, K. K. 2002. Transfer of a speed of processing intervention to near and far cognitive functions. [Verkkolehtiartikkeli]. *Gerontology*, 48(5), 329-340. [Viitattu 14.1.2020] Saatavana: [https://www.researchgate.net/profile/Karlene\\_Ball/publication/11216825\\_Transfer\\_of\\_a\\_Speed\\_of\\_Processing\\_Intervention\\_to\\_Near\\_and\\_Far\\_Cognitive\\_Functions/links/09e4150b62e25cc9a1000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Karlene_Ball/publication/11216825_Transfer_of_a_Speed_of_Processing_Intervention_to_Near_and_Far_Cognitive_Functions/links/09e4150b62e25cc9a1000000.pdf)
- Edwards, J. D. Ross, L. A. Wadley, V. G. Clay, O. J. Crowe, M. Roenker, D. L. & Ball, K. K. 2006. The useful field of view test: normative data for older adults. [Verkkolehtiartikkeli]. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21(4), 275-286. [Viitattu 20.1.2019] Saatavana: <https://academic.oup.com/acn/article/21/4/275/2673>
- Edwards, J. D. Delahunt, P. B. & Mahncke, H. W. 2009. Cognitive speed of processing training delays driving cessation. [Verkkolehtiartikkeli]. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 64(12), 1262-1267. [Viitattu 20.1.2019] Saatavana: <https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/64A/12/1262/567753>
- Edwards, J. D. Xu, H. Clark, D. O. Guey, L. T. Ross, L. A. & Unverzagt, F. W. 2017. Speed of processing training results in lower risk of dementia. [Verkkolehtiartikkeli]. *Alzheimer's & dementia* 3(4), 603-611. [Viitattu 20.10.2019] Saatavana: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352873717300598>
- Edwards, J. D. Faustob, B.A. Tetlowb, A. M. Coronab, R.T & Valdés, E. G. 2018. Systematic review and meta-analyses of useful field of view cognitive training. [Verkkolehtiartikkeli]. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 84, 72-91. [viitattu 28.8.2019]. Saatavana: [https://www.researchgate.net/profile/Jerri\\_Edwards/publication/321247152\\_Systematic\\_Review\\_and\\_Meta-Analyses\\_of\\_Useful\\_Field\\_of\\_View\\_Cognitive\\_Training/links/5a32e7be458515afb6c05cba/Systematic-Review-and-Meta-Analyses-of-Useful-Field-of-View-Cognitive-Training.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jerri_Edwards/publication/321247152_Systematic_Review_and_Meta-Analyses_of_Useful_Field_of_View_Cognitive_Training/links/5a32e7be458515afb6c05cba/Systematic-Review-and-Meta-Analyses-of-Useful-Field-of-View-Cognitive-Training.pdf)
- Erkinjuntti, T. Sandberg, T., Hietanen, M., Kivipelto, M., Strandberg, T. & Huovinen, M. 2009. *Pidä aivosi kunnossa*. Helsinki: WSOY.
- FTC. 2016. Lumosity to Pay \$2 Million to Settle FTC Deceptive Advertising Charges for Its "Brain Training" Program. [Verkkoartikkeli]. [viitattu 28.8.2019]. Saatavana: <https://www.ftc.gov/news-events/press-releases/2016/01/lumosity-pay-2-million-settle-ftc-deceptive-advertising-charges>
- Gates, N. & Valenzuela, M. 2010. Cognitive exercise and its role in cognitive function in older adults. [Verkkolehtiartikkeli]. *Current psychiatry reports*, 12(1), 20-27. [viitattu 15.1.2020]. Saatavana: [https://www.researchgate.net/profile/Nicola\\_Gates/publication/43349441\\_Cognitive\\_Exercise\\_and\\_Its\\_Role\\_in\\_Cognitive\\_Function\\_in\\_Older\\_Adults/links/00b49523246cd04fdd000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Nicola_Gates/publication/43349441_Cognitive_Exercise_and_Its_Role_in_Cognitive_Function_in_Older_Adults/links/00b49523246cd04fdd000000.pdf)

- Harvey, P. D. McGurk, S. R. Mahncke, H. & Wykes, T. 2018. Controversies in computerized cognitive training. [Verkkolehtiartikkeli]. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 3 (11), 907-915 [Viitattu 28.8.2019]. Saatavana: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451902218301599>
- Hautala, T. 2013. Ikääntyneiden kuuntelijoiden puheen ymmärtäminen kognitiivisesti vaativassa tilanteessa. Oulu: Oulun yliopisto. Juvenes Print Tampere. Humanistinen tiedekunta. Lääketieteellinen tiedekunta, Väitöskirja. Saatavana: <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789526201856.pdf>
- Humes, L. E. Busey, T. A. Craig, J. & Kewley-Port, D. 2012. Are age-related changes in cognitive function driven by age-related changes in sensory processing? [Verkkolehtiartikkeli]. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 75 (3), 508–524. [viitattu 15.9.2019]. Saatavana [https://www.researchgate.net/profile/Diane\\_Kewley-Port/publication/233957782\\_Are\\_age-related\\_changes\\_in\\_cognitive\\_function\\_driven\\_by\\_age-related\\_changes\\_in\\_sensory\\_processing/links/54f5daa90cf2ca5efefd3a6c.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Diane_Kewley-Port/publication/233957782_Are_age-related_changes_in_cognitive_function_driven_by_age-related_changes_in_sensory_processing/links/54f5daa90cf2ca5efefd3a6c.pdf)
- Hänninen, T. 2016. Kognitiiviset toiminnot. Teoksessa: E. Heikkinen, J. Jyrkämä & T. Rantanen (toim.) *Gerontologia*. 3-4 p. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 210-215
- IOM, Institute of Medicine. 2015. Cognitive Aging: Progress in Understanding and Opportunities for Action. Committee on the Public Health Dimensions of Cognitive Aging. Institute of Medicine of the National Academy of Sciences. [Verkkojulkaisu]. Washington D.C: The National Academies Press. [Viitattu 9.10.2019]. Saatavana: <https://www.nap.edu/catalog/21693/cognitive-aging-progress-in-understanding-and-opportunities-for-action>
- Jäntti, L. & Leino, O. 2017. Näkökenttä ja näköhavaintokenttä – kirjallisuuskatsaus. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Metropolia Ammattikorkeakoulu. Optometrian koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 9.10.2019]. Saatavana: <https://www.theseus.fi/handle/10024/138650>
- Kempermann, G. Fabel, K. Ehninger, D. Babu, H. Leal-Galicia, P. Garthe. A. & Wolf, S. 2010. Why and how physical activity promotes experience-induced brain plasticity. [Verkkolehtiartikkeli]. *Frontiers in Neuroscience*, Vol 4, Article 189, 1-9. [Viitattu 30.6.2019]. Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3000002/>
- Kivipelto, M. Kulmala, J. Lehtisalo, J. Solomon, A. Lindström, J. Rauramaa, R. Peltonen, M. Laatikainen, T. Havulinna, S. Soininen, H. Tuomilehto, J. Hänninen, T. Paajanen, T. Antikainen, R. Strandberg, T. & Ngandu T. 2019 FINGER-toimintamalli: Ikääntyneiden kognitiivisen toimintakyvyn tukeminen monimuotoisella elintapaohjelmalla. *Lääkärilehti* 74, 183-186.
- Koivisto, M. 2007. Mitä on palvelumuotoilu? – Muotoilun hyödyntäminen palvelujen suunnittelussa. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Taideteollinen korkeakoulu. Muotoilu, Teollisen muotoilun koulutusohjelma. Taiteen maisterin lopputyö. [Viitattu 23.1.2020]. Saatavana: [http://www.kulmat.fi/images/tiedostot/Artikkelit/Loppu-tyo\\_TaM\\_MikkoKoivisto\\_2007.pdf](http://www.kulmat.fi/images/tiedostot/Artikkelit/Loppu-tyo_TaM_MikkoKoivisto_2007.pdf)
- Kueider, A. M. Parisi, J. M. Gross, A. L. & Rebok, G. W. 2012. Computerized cognitive training with older adults: a systematic review. [Verkkolehtiartikkeli]. *PloS one*, 7 (7), 1-13. [Viitattu 13.1.2020]. Saatavana:

[https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31673597/Kueider\\_2012-Computerized\\_memory\\_training.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DComputerized\\_Cognitive\\_Training\\_with\\_Old.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWO-WYYGZ2Y53UL3A%2F20200128%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date=20200128T151555Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-Signed-Headers=host&X-Amz-Signature=d6a862dfd3d168683a560efdf903c460fb7e0b062e6b19305e86a10d5c9e0311](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31673597/Kueider_2012-Computerized_memory_training.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DComputerized_Cognitive_Training_with_Old.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWO-WYYGZ2Y53UL3A%2F20200128%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20200128T151555Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-Signed-Headers=host&X-Amz-Signature=d6a862dfd3d168683a560efdf903c460fb7e0b062e6b19305e86a10d5c9e0311)

- Lampit, A. Hallock & H. Valenzuela, M. 2014. Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: A systematic review and meta-analysis of effect modifiers. [Verkkolehtiartikkeli]. *PLoS Medicine*, 11(11), e1001756. [Viitattu 3.9.2019]. Saatavana <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1001756>
- Lövdén, M. Bäckman, L. Lindenberger, U. Schaefer, S & Schmiedek, F. 2010. A Theoretical Framework for the Study of Adult Cognitive Plasticity. [Verkkolehtiartikkeli]. *Psychological Bulletin* 136 (4), 659-676. [Viitattu 5.8.2019] Saatavana: [https://pure.mpg.de/rest/items/item\\_2099481/component/file\\_2099480/content](https://pure.mpg.de/rest/items/item_2099481/component/file_2099480/content)
- Lövdén, M. Wenger, E. Mårtensson, J. Lindenberger, U. & Bäckman, L. 2013. Structural brain plasticity in adult learning and development. [Verkkolehtiartikkeli]. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(9, osa B), 2296-2310. [Viitattu 5.8.2019] Saatavana: [https://pure.mpg.de/rest/items/item\\_2098492/component/file\\_2098491/content](https://pure.mpg.de/rest/items/item_2098492/component/file_2098491/content)
- Maguire, E. A. Gadian, D.G. Johnsrude, I.S. Good, C.D. Ashburner, J. Richard S. J. Frackowiak, R. S. J. & Frith, C. D. 2000. Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. [Verkkolehtiartikkeli]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 97 (8), 4398–4403. [Viitattu 5.8.2019] Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC18253/>
- Mahncke, H. W. Bronstone, A & Merzenich, M. M. 2006. Brain plasticity and functional losses in the aged: scientific bases for a novel intervention. [Verkkolehtiartikkeli]. *Progress in Brain Resesarch* 157, 81-109 [Viitattu 5.8.2019] Saatavana: [https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=z\\_iKLeLAbZ4C&oi=fnd&pg=PA81&ots=VHw9xp-cKq&sig=Myi\\_-4HZcWC\\_6b1R-fip-N8xmSk&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=z_iKLeLAbZ4C&oi=fnd&pg=PA81&ots=VHw9xp-cKq&sig=Myi_-4HZcWC_6b1R-fip-N8xmSk&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Merzenich, M. 2013. *Soft-wired. How the New Science of Brain Plasticity Can Change Your Life*. San Francisco: Parnassus Publishing, LLC
- Mewborn, C.M. Lindbergh, C. A. & Stephen Miller, L. 2017. Cognitive Interventions for Cognitively Healthy, Mildly Impaired, and Mixed Samples of Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized-Controlled Trials. [Verkkolehtiartikkeli]. *Neuropsychology Review* 27 (4), 403–439. [Viitattu 5.9.2019] Saatavana: <https://doi.org/10.1007/s11065-017-9350-8>
- Moreno-Jiménez, E. P. Flor-García, M. Terreros-Roncal, J. Rábano, A. Cafini, F. Pallas-Bazarra, N. Ávila, J & María Llorens-Martín, M. 2019. Adult hippocampal neurogenesis is abundant in neurologically healthy subjects and drops sharply in patients with Alzheimer’s disease. [Verkkolehtiartikkeli]. *Nature Medicine* 25, 554–



- 560 [Viitattu 1.8.2019]. Saatavana: <https://www.nature.com/articles/s41591-019-0375-9>
- NASEM, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2017. Preventing Cognitive Decline and Dementia: A Way Forward. [Verkkójulkaisu]. Washington, DC: The National Academies Press. [Viitattu 9.2.2020]. Saatavana: <https://doi.org/10.17226/24782>.
- Näsänen, R. 2007. Visuaalisen käytettävyyden opas. Verkkójulkaisu. [Viitattu 9.10.2019]. Saatavana: <http://nasanen.info/Opas2007.pdf>
- Pajala, S. Sihvonen, S & Era, P. 2016. Asennon hallinta ja havaintomotorinen kyvykyys. Teoksessa: E. Heikkinen, J. Jyrkämä & T. Rantanen (toim.) Gerontologia. 3-4 p. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 168-185.
- Park, D. C. & Bischof, G. N. 2013. The aging mind: Neuroplasticity in response to cognitive training. [Verkkolehtiartikkeli]. Dialogues in Clinical Neuroscience 15 (1), 109-119. [Viitattu 5.8.2019] Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3622463/>
- Portin, P. 2016. Vanheneminen biologisena ilmiönä. Teoksessa: E. Heikkinen, J. Jyrkämä & T. Rantanen (toim.) Gerontologia. 3-4 p. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 113-124.
- Ramscar, M. Hendrix, P. Shaoul, C. Milin, P. & Baayen H. 2014. The Myth of Cognitive Decline: Non-Linear Dynamics of Lifelong Learning. [Verkkolehtiartikkeli]. Topics in Cognitive Science 6 (2014), 5–42. [Viitattu 5.3.2019] Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24421073>
- Rantanen, T. 2016. Gerontologisen tutkimustiedon soveltaminen ikääntyvän väestön toimintakyvyn edistämiseksi. Teoksessa: E. Heikkinen, J. Jyrkämä & T. Rantanen (toim.) Gerontologia. 3-4 p. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 414-419
- Rebok, G. W. Ball, K. Guey, L. T. Jones, R. N. Kim, H-Y. King, J. W. Marsiske, M. Morris, J.N. Tennstedt, S. Unverzagt, F.W & Willis, S. L. 2014. Ten-year effects of the Advanced Cognitive Training for Independent and Vital Elderly Cognitive Training Trials on Cognition and Everyday Functioning in Older Adults. [Verkkolehtiartikkeli]. Journal of the American Geriatrics Society, 62 (1), 16-24 [Viitattu 3.10.2019]. Saatavana: <https://brain-train.co.il/pdf/1-Tenyearseffectforadvanced-cognitivetraining.pdf>
- Ross, L. A. Edwards, J. D. O'Connor, M. L. Ball, K. K. Wadley, V. G. & Vance, D. E. 2015. The transfer of cognitive speed of processing training to older adults' driving mobility across 5 years. [Verkkolehtiartikkeli]. Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 71(1), 87-97. [Viitattu 3.10.2019]. Saatavana: [https://www.uab.edu/medicine/dom/images/J\\_Gerontol\\_B\\_Psychol\\_Sci\\_Soc\\_Sci-2015-Ross-geronb-gbv022.pdf](https://www.uab.edu/medicine/dom/images/J_Gerontol_B_Psychol_Sci_Soc_Sci-2015-Ross-geronb-gbv022.pdf)
- Rowe, J. W & Kahn, R. L. 1987. Human aging: Usual and successful. [Verkkolehtiartikkeli]. Science, 237 (4811), 143-149. [Viitattu 3.7.2019]. Saatavana: <https://science.sciencemag.org/content/237/4811/143/tab-pdf>

- Rowe, J. W & Kahn, R. L 1997. Successful Ageing. [Verkkolehtiartikkeli]. *The Gerontologist* 37 (4), 433-440. [Viitattu 3.7.2019]. Saatavana: <https://academic.oup.com/gerontologist/article/37/4/433/611033>
- Ruoppila, I. 2016. Viisaus. Teoksessa: E. Heikkinen, J. Jyrkämö & T. Rantanen (toim.) *Gerontologia*. 3-4 p. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 227-236.
- Sainio, P. Koskinen, S. Sihvonen, A-P. Martelin, T. & Aromaa, A. 2016. Iäkkään väestön terveyden ja toimintakyvyn kehitys. Teoksessa: E. Heikkinen, J. Jyrkämö & T. Rantanen (toim.) *Gerontologia*. 3-4 p. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 50-65.
- Sala, G. & Gobet, F. 2019. Cognitive training does not enhance general cognition. [Verkkolehtiartikkeli]. *Trends in cognitive sciences*, 23(1), 9-20. [Viitattu 3.10.2019]. Saatavana: <https://www.gwern.net/docs/dnb/2018-sala.pdf>
- Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. [Verkkodokumentti]. Vaasan yliopiston julkaisuja. *Opetusjulkaisuja* 62. *Julkisjohtaminen* 4. [Viitattu 3.7.2019]. Saatavana [http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf)
- Salthouse, T. A. 1996. The Processing-Speed Theory of Adult Age Differences in Cognition. [Verkkolehtiartikkeli]. *Psychological Review*, 103, Nro. 3, 403-428. [Viitattu 3.7.2019]. Saatavana: [https://www.researchgate.net/profile/Timothy\\_Salthouse/publication/14443719\\_The\\_Processing-Speed\\_Theory\\_of\\_Adult\\_Age\\_Differences\\_in\\_Cognition/links/00b7d53c961a061f65000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Timothy_Salthouse/publication/14443719_The_Processing-Speed_Theory_of_Adult_Age_Differences_in_Cognition/links/00b7d53c961a061f65000000.pdf)
- Shao, Y. K. Mang, J. Li, P. L. Wang, J. Deng, T. & Xu, Z. X. 2015. Computer-based cognitive programs for improvement of memory, processing speed and executive function during age-related cognitive decline: a meta-analysis. [Verkkolehtiartikkeli]. *PLoS One*, 10(6), 1-13. [Viitattu 13.1.2020]. Saatavana: <https://brain-train.co.il/wp-content/uploads/2016/03/Computer-Based-Cognitive-Programs-for-Improvement-of-Memory-Processing-Speed-and-Executive-Function-during-Age-Related-Cognitive-Decline-A-Meta-Analysis.pdf>
- Simons, D.J. Boot, W.R. Charness, N. Gathercole, S.E. Chabris, C.F Hambrick, D.Z. & Stine-Morrow, E. A. L. 2016. Do "Brain-Training" Programs Work? [Verkkolehtiartikkeli]. *Psychological Science in the Public Interest* 2016, 17(3), 103 –186. [Viitattu 28.8.2019]. Saatavana: <https://www.uvm.edu/~dhowell/methods9/Dave%20Book%20Folder/Chapter17MetaAnal-Single/Psychological%20Science%20in%20the%20Public%20Interest-2016-Simons-103-86.pdf>
- Snowdon, D. A. 1997. Aging and Alzheimer's disease: Lessons from the Nun Study. [Verkkolehtiartikkeli]. *The Gerontologist*, 37(2), 150-156. [Viitattu 20.1.2019]. Saatavana: <https://academic.oup.com/gerontologist/article/37/2/150/616995>
- Sorrells, S. F. Paredes M. F. Cebrian-Silla, A. Sandoval, K. Qi, D. Kelley, K. W. James, D. Mayer, S. Chang, J. Auguste, K. I. Chang, E. F. Gutierrez, A. J. Kriegstein, A. R. Mathern, G. W. Oldham, M. C. Huang, E. J. Garcia-Verdugo, J. M. Yang, Z. & Alvarez-Buylla, A. 2018. Human hippocampal neurogenesis drops sharply in children to undetectable levels in adults. [Verkkolehtiartikkeli]. *Nature* volume 555, 377–38 [Viitattu 1.8.2019]. Saatavana: <https://www.nature.com/articles/nature25975>

- Sorri, M. & Huttunen, K. 2018. Kuulo. Teoksessa: E. Heikkinen, J. Jyrkämä & T. Rantanen (toim.) *Gerontologia*. 3-4 p. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 186-195.
- Stanford Center of Longevity Letter. 2014. [Verkkosivu]. [Viitattu 29.8.2019]. Saatavana: <http://longevity3.stanford.edu/blog/2014/10/15/the-consensus-on-the-brain-training-industry-from-the-scientific-community-2/>
- Suutama, T. 2016. Muisti ja oppiminen. Teoksessa: E. Heikkinen, J. Jyrkämä & T. Rantanen (toim.) *Gerontologia*. 3-4 p. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 216-226.
- Turunen, M. Hokkanen, L. Bäckman, L. Stigsdotter-Neely, A. Hänninen, T. Paajanen, T., Soininen, H. Kivipelto, M. & Ngandu, T. 2019. Computer-based cognitive training for older adults: Determinants of adherence. [Verkkolehtiartikkeli]. *PloS one* 14(7), 1-12. [Viitattu 1.2.2020]. Saatavana: <https://pdfs.semanticscholar.org/6162/5828902ebb438f20c910887c2099db4a0d43.pdf>
- Unverzagt, F. W. Guey, L. T. Jones, R. N. Marsiske, M. King, J. W. Wadley, V. G. Crowe, M. Rebok, G. W. & Tennstedt, S. L. 2012. ACTIVE Cognitive Training and Rates of Incident Dementia. [Verkkolehtiartikkeli]. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 18, 1-9. [Viitattu 1.2.2020]. Saatavana: [https://www.rand.org/content/dam/rand/www/external/labor/aging/rsi/rsi\\_papers/2012/Rebok1.pdf](https://www.rand.org/content/dam/rand/www/external/labor/aging/rsi/rsi_papers/2012/Rebok1.pdf)
- Weintraub, K. 2019. The Adult Brain Does Grow New Neurons After All, Study Says. [Verkkolehtiartikkeli]. *Scientific American* [Viitattu 1.8.2019]. Saatavana: <https://www.scientificamerican.com/article/the-adult-brain-does-grow-new-neurons-after-all-study-says/>
- Willis, S. L. Tennstedt, S. L. Marsiske, M. Ball, K. Elias, J. Koepke, K. M. Morris, J.N. Rebok, G.W. Unverzagt, F.W. Stoddard, A. M. & Wright, E. 2006. Long-term effects of cognitive training on everyday functional outcomes in older adults. [Verkkolehtiartikkeli]. *Jama*, 296 (23), 2805-2814. [Viitattu 3.10.2019]. Saatavana: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/204643?resultClick=1>
- Wolinsky, F. D. Unverzagt, F. D. Smith, D. M. Jones, R. Wright, E. & Tennstedt, S. L. 2006. The effects of the ACTIVE cognitive training trial on clinically relevant declines in health-related quality of life. [Verkkolehtiartikkeli]. *The journals of gerontology. Series B, Psychological sciences and social sciences*, 61(5), S281-7. [Viitattu 3.10.2019]. Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16960242>
- Wolinsky, F. D. Vander Weg, M. W. Martin, R. F. Unverzagt, F. W. Ball, K. K. Jones, R. N. & Tennstedt, S. L. 2009. The Effect of Speed-of-Processing Training on Depressive Symptoms in ACTIVE. [Verkkolehtiartikkeli]. *The Journals of Gerontology: Series A, Volume 64A, 4*, 468-472, [Viitattu 3.9.2019]. Saatavana: <https://doi.org/10.1093/gerona/gln044>
- Wolinsky, F. D. Vander Weg, M. W. Howren, M B. Jones, M. P. Dotson, M. M. & Laks, J. 2013. A randomized controlled trial of cognitive training using a visual speed of processing intervention in middle aged and older adults. [Verkkolehtiartikkeli]. *PLoS ONE*, 8(5), e61624. [Viitattu 3.2.2019]. Saatavana <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0061624#pone-0061624-t004>

## LIITTEET

## LIITE 1. AIVOJUMPPAA TIETOKONEELLA ESITIETOLOMAKE

1. NIMI

2. IKÄ

65-69	70-74	74-79	80-84	85-90

3. ONKO SINULLA KÄYTÖSSÄSI

TIETOKONE

TABLETTI

ÄLYPUHELIN

4. AIKAISEMPI TIETOKONEENKÄYTTÖKOKEMUS

Kyllä

Ei

SÄHKÖPOSTI	
VIRALLISTEN ASIOIDEN HOITAMINEN PANKKI, OMAKANTA YMS.	
LEHTIEN LUKEMINEN	
TIETOKONEPELIT	
OHJELMISTOT WORD, EXCEL	
YLE-AREENA TAI MUUT SUORATOISTO- PALVELUT	