



**Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen neglect-oireyhtymän  
hoidossa ja diagnoosissa**

Alexi Penttilä

Kandidaatin tutkielma

Hyvinvointitekniikan tutkinto-ohjelma

Lääketieteen tekniikka

Oulun yliopisto

2019

**Penttilä Aleksi (2019), Virtual Reality Usage in the Rehabilitation and Diagnosis of Neglect Disorder, Faculty of Medicine, University of Oulu, Bachelor thesis, 27 pages.**

## **Abstract**

**Objective:** Objective of the study is to evaluate virtual reality as a tool for treating and diagnosing neglect disorder now and in the future.

**Methods:** Peili Vision's product for neurological rehabilitation was used to evaluate and gather data for the study. Shoot Targets exercise, which is designed for Neglect disorder, was used to gather data from a healthy test subject.

**Results:** Healthy test subject got a perfect score of 100%. Because of the limitations of the thesis and patient record's confidentiality I was unable to gather data from a neglect patient.

**Conclusion:** Current and future advancements in virtual reality technology brings a lot of possibilities for the rehabilitation and diagnosis of neglect disorder. Peili Vision's Shoot Targets exercise is a good tool for evaluation and rehabilitation of neglect disorder because of its simplicity and easy to analyse data. The lack of a real patient data prevented further analysis of the effects of the rehabilitation technique and left an opening for further studies in the same field focusing on the aspects of the quality of rehabilitation and the possibilities in the diagnosis of neglect disorder.

**Keywords:** Virtual reality, neglect disorder, rehabilitation, diagnosis, Peili Vision

**Penttilä Aleks (2019), Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen neglect-oireyhtymän hoidossa ja diagnoosissa, Lääketieteellinen tiedekunta, Oulun yliopisto, kandidaatin tutkielma, 27 sivua.**

## **Tiivistelmä**

**Työn tarkoitus:** Työn tarkoituksena on selvittää virtuaalitodellisuuden hyötyjä neglect-oireyhtymän hoidossa ja diagnoosissa tämänhetkisenä ja tulevaisuuden työkaluna.

**Menetelmät:** Menetelminä käytettiin Peili Vision Oy:n ohjelmistoa, jonka tutkimusmenetelmän keskeisimpänä osana neglect-oireyhtymälle suunniteltu harjoite Shoot Targets

**Tulokset:** Terveen koehenkilön osumatarkkuus minuutin mittaisessa testissä oli täydet 100 %. Neglect-potilaan dataa ei voitu tämän työn aikana kerätä työn laajuuden ja potilastietojen aiheuttamien rajoitteiden vuoksi.

**Johtopäätökset:** Virtuaaliympäristön mukanaan tuoma monipuolisuus ja teknologian nopeasti edistyvä kehitys ja helppokäyttöisyys luovat pohjan uusille hoitokeinoille ja diagnosointimenetelmille neglect-oireyhtymälle. Peili Visionin suunnittelema Shoot Targets -harjoite soveltuu hyvin neglect-potilaille avaruudellisen hahmottamisen kuntoutukseen ja testin helppous sekä datan selkeys helpottavat tekemään itsenäisiä harjoitteita, sekä seuraamaan kehitystä harjoitteiden välillä. Varsinaisen neglect-potilaan datan puute lopputyöstä jättää tilaa jatkotutkimuksille niin harjoitusmuodon tehokkuuden arviointiin, kuin diagnosointimenetelmän potentiaalın arviointiin.

**Avainsanat:** Virtuaalitodellisuus, neglect-oireyhtymä, kuntoutus, diagnosointi, Peili Vision

## **LYHENTEET**

**VR** – virtual reality

**LBT** – line bisection test

**BIT** – behavioural inattention test

**CBS** – Catherine Bergego scale

**HMD** – head mounted display

**CAVE** – cave automatic virtual environment

**LCD** – liquid crystal display

**OLED** – organic light emitting diode

**FOV** – field of view

**SaMD** – Software as a Medical Device

# SISÄLLYSLUETTELO

Abstract

Tiivistelmä

Lyhenteet

Sisällysluettelo

1. Johdanto .....	5
2. Tutkimuksen tausta .....	6
2.1 Neglect oireyhtymä .....	6
2.1.1 Neglect .....	6
2.1.2 Diagnoosimenetelmät .....	8
2.1.3 Hoitomuodot .....	11
2.2 Virtuaalitodellisuus .....	12
2.2.1 Teknologia .....	13
2.2.2 Lääketieteelliset sovellukset .....	14
3. Tutkimuksen tavoitteet .....	16
4. Menetelmät .....	17
4.1 Peili Vision .....	17
4.2 Ohjelmisto .....	17
4.3 Neglectiin soveltuvat terapiaharjoitteet .....	18
5. Tulokset .....	20
6. Pohdinta .....	22
7. Johtopäätökset .....	24
8. Lähteet .....	25

## **1. Johdanto**

Lopputyössäni käsittelen neglect-oireyhtymää lääketieteellisestä näkökulmasta, virtuaalitodellisuutta (virtual reality, VR) ja sen tekniikkaa sekä sovellutuksia lääketieteellisellä tasolla. Tutkimuksen kohteena on Peili Visionin oma tuote VR:n hyödyntämisessä neglect-oireyhtymän hoitoon ja diagnoosiin. Neglect-oireyhtymän fysiologisen luonteen takia työssä keskitytään vasemman puoleiseen visuaaliseen neglect-oireyhtymään.

Valitsin lopputyöni aiheen VR-tekniikan alalta, koska sen kasvanut suosio ja tekniikan nopea kehitys tuo mukanaan paljon uusia mahdollisuuksia myös terveydenhuollon alalle. VR-tekniikka on luonut aivan uudenlaisen mediaformaatin, jonka monipuolisia sovellutuksia, hyötyjä ja haittoja aletaan vasta ymmärtämään paremmin. Virtuaalitodellisuus on myös henkilökohtaisesti ollut suuri kiinnostuksenkohteeni, joka edelleen motivoi minua aiheen valitsemiseen.

Kandidaatin tutkielma on tehty yhteistyössä Peili Vision Oy:n kanssa.

## **2. Tutkimuksen tausta**

### **2.1 Neglect-oireyhtymä**

#### *2.1.1 Neglect*

Neglect-oireyhtymä on neurologinen oireyhtymä, joka syntyy tyypillisesti aivoihin kohdistuvasta toispuoleisesta traumasta tai aivoinfarktista. Neglect-oireyhtymään liittyy toisen aivopuoliskon puutteellinen toiminta ja tämän aivopuoliskon kontralesionaalinen (toispuoleinen) havainnointikyvyn ja ärsykkeiden reaktion puute.

[1] Neglect-oireyhtymä on huomattavasti yleisempi potilailla, joiden vamma on oikealla aivopuoliskolla vasemman puoliseen vammaan verrattuna. Tämä johtuu aivojen oikean puoleisesta työnjaosta, lateralisaatiosta, jonka seurauksena keskittyminen, vasemmanpuoleinen näkökenttä ja motorinen toiminta keskittyy oikeaan aivopuoliskoon. Tämän seurauksena vasemmanpuoleinen neglect on selvästi yleisempää. [2] Neglectin aiheuttama havainnoinnin puute on kuitenkin gradientin omaista toisin kuin esimerkiksi hemianopsiassa eli puolikenttäpuutoksessa, jossa näkökenttä jakautuu täysin kahtia sokeuden ja normaalin näön välillä. Neglectiä sairastava henkilö on usein anosognosinen eli hän ei ole itse tietoinen omasta sairaudestaan, joka voi vaikeuttaa hoitoon hakeutumista. [1]

Neglectin oireet voivat vaihdella yksilöiden välillä, mutta yleisesti oireiden vaikutus ympäristön ärsykkeisiin voidaan luokitella kolmeen eri kategoriaan: modaaliseen, avaruudelliseen ja ympäristön havainnointiin. [4, 5] On huomioitavaa, että avaruudellinen ja ympäristön havainnointiin liittyvät luokittelut eroavat toisistaan, vaikka molemmat kuvaavat ympäröivää tilaa. Avaruudellinen tila on fyysikaalisen ympäristön ja sen ärsykkeiden havainnointia kuvastava tila, kun taas ympäristön

havainnointi jaetaan henkilön neuropsykologisen oman tilan tunnon raameissa persoonalliseen tilaan (oma keho), peripersonalliseen (oman kehon ulottuma), sekä extrapersonalliseen tilaan (kehon ulottuman ulkopuolinen tila). [5]

Neglectin modaalisuus voidaan jakaa sensoriseen ja premotoriseen. Sensorisessa neglectissä puhutaan potilaan kyvyttömyydestä huomioida kontralesionaalisia ärsykeitä, kuten ääntä tai kuvaa. Premotorinen neglect taas puolestaan viittaa potilaan motoriikkaan ja sen puutteelliseen toiminnanohjaukseen neglectin puoleisesti, vaikka potilaalla ei olisi muuta fyysistä rajoitetta raajojen motoriikalle. Sama pätee potilaan prosessoimaan sensoriseen dataan, jonka aistiminen ei itsessään esty, vaan ongelma syntyy aistiärsykkeiden prosessoimisen tasolla, jolloin henkilön ärsykkeiden aistiminen muuttuu vaikeaksi tai mahdottomaksi. [4]

Avaruudellinen hahmottaminen neglectissä voi potilaskohtaisesti vaihdella paljonkin ja se voidaan jakaa egosentriseen (havainnoitsijakeskeinen) ja allosentriseen (objektikeskeinen) tilan havainnointikykyyn. [4] Egosentrinen havainnointi jakautuu oman ruumiin ympärille kontralesionaalisesti ja visuaalisen neglectin aiheittavat oireet ovatkin yleisimpiä tämän avaruuskoordinaatiston ympärillä. Allosentrisessä neglectissä objekti toimii havainnoinnin keskipisteenä, jolloin visuaalista neglectiä kärsivä potilas voi havaita objektin oikean puolen, mutta ei vasenta, vaikka objekti olisinkin kokonaisuudessaan potilaan oikeanpuolisella näkökentällä egosentrisesti katsottuna. [3, 5]

Havaintokohteen etäisyys voi myös vaikuttaa neglect potilaan havainnointikykyyn. Nämä aikaisemmin luetellut etäisyyden kuvaajat ovat persoonallinen, peripersonallinen ja extrapersonallinen tila. Persoonallisessa tilassa puhutaan



henkilön omasta ympäristöstä kehon välittömässä läheisyydessä ja se yhdistyy henkilökohtaiseen neglectiin, jossa potilas ei pysty esimerkiksi suorittamaan oman kehon siistimistä, kuten parranajoa, neglectin vaikuttavalta puolelta. Persoonallisen tila liittyy myös henkilön premotoriseen käytökseen ja havainnointiin, joka tulee esille muun muassa toispuoleisten raajojen koordinoimis- ja havainnointi vaikeuksina. Peri- ja extrapersoonallinen tila voidaan jakaa yksinkertaisimmillaan vastaavasti lähellä ja kaukana sijaitseviin kohteisiin. Potilaan kontralesionaalinen havaitsemiskyky voi olla tämän seurauksena puutteellista lähellä oleviin kohteisiin, mutta ei kaukana oleviin kohteisiin. Tämä voi ilmetä myös päinvastoin. [5]

### ***2.1.2 Diagnoosimenetelmät***

Neglectin diagnosointiin käytettävät menetelmät ovat tyypillisesti olleet kynällä suoritettavia testejä, joskin kliiniselle henkilökunnalle visuaalisen neglectin huomaaminen on selkeää jo potilaskontaktissa. [1] Potilaat orientoituvat selkeästi toispuolisesti eivätkä huomioi ärsykeitä neglectin puolelta. Tämä voi tulla esille muun muassa potilaan ruuan syömisenä vain lautasen toiselta puolelta, vasemman puolisen äänen huomiotta jättämisenä ja vakavissa tapauksissa vasemman puolisten raajojen puutteellisena toimintana ja katseen suuntaamisena aivovaurionpuoleiseen suuntaan kasvokkaisessa kontaktissa potilaan ja hoitohenkilökunnan välillä. [1, 6]

Diagnosointimenetelmät voidaan jakaa neljään eri luokkaan: 1) kynä ja paperi -testit, 2) käytöksen arviointi, 3) kliininen tarkkailu ja 4) uudemmat tekniikat, joista merkittävimpänä VR-teknologia, jota käsitellään myöhemmin tarkemmin. [4] On tärkeää huomioida myös neglectiä diagnosoidessa, ettei neglectin oireita sekoiteta esimerkiksi hemianopsiaan tai aistikatoon (sensory extinction), jolloin potilas voi

reagoida ärsykkeisiin molemmilta puolilta erikseen, muttei samanaikaisesti vasemman puoleiseen kuin oikeanpuoleiseen visuaaliseen ärsykkeeseen kun molemmat ovat läsnä. [1]

Kynällä ja paperilla suoritettavat testit voivat koostua lukuisista erilaisista tunnistus-, piirto ja kopiointi-, sekä havainnointitehtävistä, joista yleisimmät ovat eliminointitesti (cancellation test), line bisection test (LBT) ja kopiointitesti. Nämä testit ovat helppoja suorittaa ja ne antavat usein selkeän diagnoosin neglect-oireyhtymästä. [1, 4]

- Eliminointitestissä, potilaalle annetaan tehtäväksi merkata toistensa kanssa identtisiä visuaalisia kohteita paperilta, kuten kuvioita, sanoja tai kirjaimia. [4, 7] Paperilla voi olla merkattavien kohteiden lisäksi valekohteita, jotka muistuttavat eliminoitavia kohteita ja näin vaikeuttavat tehtävää ja helpottavat neglectin vakavuuden arvioinnissa. [1, 7] Eliminaatiotestistä selviää helposti ja selkeästi visuaalisen neglectin aiheuttama toispuolisuus, sillä merkkaukohteet ovat neglect potilailla selkeästi ipsilesionaalisella puolella ja kontralesionaalisen puolen kohteet ovat täysin sivutettuja. Testi tarjoaa myös paljon informaatiota potilaan merkkaustylistä, josta voidaan päätellä muun muassa aloituskohdan, merkkaujärjestyksen ja tähän käytetyn ajan avulla potilaan oireiden tasoa. [4] Eliminaatiotesti on käytetyin kynällä suoritettava diagnostinen menetelmä neglectin toteamisessa. [1]
- Line bisection testissä testihenkilöille annetaan tehtäväksi halkaista ennalta sovittu määrä viivoja keskeltä pituussuuntaisesti [7]. Tämän jälkeen molemmat päät mitataan ja piirrettyä keskikohtaa voidaan verrata todelliseen keskikohtaan nähden. LBT testi on erittäin nopea, helppo suorittaa ja analysoida, sekä se tarjoaa suuntaa antavan käsityksen potilaan visuaalisen

neglectin tasosta. [4] On kuitenkin huomioitava, että LBT alttiimpi virheellisille diagnooseille eliminaatiotestiin nähden. [7] Tämä johtuu siitä, että LBT on huomattavasti alttiimpi muille virheille tai neurologisille oireyhtymille kuten hemianopsialle tai koehenkilön omalle piirtotaidolle eri käsillä. Tämän vuoksi diagnoosi tulisi suorittaa usealla testillä ja LBT soveltuu parhaiten muiden testien kanssa diagnoosia tukevaksi testiksi neglectin diagnosointiin sen suosioista riippumatta. [4]

- Kopiointitesteissä koehenkilölle annetaan tehtäväksi kopioida erilaisia geometrisiä kuvioita paperille. [1] Testi on erittäin yksinkertainen ja neglectiä kärsivä potilas kopioi kuvat selvästi yksipuoleisesti jättäen kontralesionaalisen puolen joko kokonaan piirtämättä tai hyvin huonolla tarkkuudella. Kuitenkin on huomioitava, että paperilla suoritettavaksi testiksi kopiointitesti on epätarkin määrittämään neglectiä sillä esimerkiksi piirtotaito saattaa vaikuttaa kokeen tarkkuuteen. [4]

Potilaan käytöksen arviointi on havaittu huomattavasti tarkemmaksi diagnosointimenetelmäksi neglect-oireyhtymälle kuin kynä- ja paperitestit. Käytöstä voidaan arvioida erilaisin testein, joista behavioural inattention test (BIT) ja Catherine Bergego scale (CBS) ovat käytetyimpiä. Molemmissa testeissä muodostetaan tehtävälisteriä, jotka potilaan täytyy suorittaa. Eroina testeissä on se, että BIT keskittyy muiden neglectiä ja käytöstä diagnosoivien testien integroitiin (esimerkiksi eliminaatiotesti ja kartalla suunnistaminen), kun taas CBS keskittyy jokapäiväisiin askareisiin (pukeutuminen, kasvojen hoito jne.) perustuviin tehtäviin. Vaikka BIT tarjoaa suhteellisen tarkkaa käsitystä koehenkilön tavanomaisesta käytöksestä ja toiminnasta, on se riittämätön mittari persoonallisen neglectin arviointiin. CBS sen

sijaan antaa paremman kuvan koehenkilön käytöksestä erilaisissa tilanteissa ja konteksteissa. [4]

Kliininen tarkkailu perustuu läheisten ja hoitohenkilökunnan havaintoihin potilaasta pidemmällä ajanjaksolla. Tämä toimii lähinnä ongelman huomaamisessa ja hoitoon hakeutumisessa, joka potilaan oman anosognosian vuoksi voi olla mahdotonta ilman ulkopuolista tarkkailua. [4]

Uudemmat diagnosointimenetelmät pyrkivät parantamaan neglectin diagnosoinnin tarkkuutta ja antamaan enemmän tietoa potilaan neglectin vaikeusasteesta ja vaikutuksista. [4] Näistä menetelmistä lupaavin tekniikka on VR-teknologia. VR-teknologian edut ovat paremman kuvan tarjoaminen neglectin laadusta, turvallisen ja vapaasti tarpeiden mukaan muokattavan testiympäristön luominen jokaiselle yksittäiselle koehenkilölle, sekä kaksiulotteisten paperitestien sijasta VR tarjoaa mahdollisuuden kolmiulotteisiin testeihin. VR-teknologian hyödyntämiseen diagnosoinnissa ja hoidossa keskitytään myöhemmässä kappaleessa syvemmin, kun tarkastellaan Peili Visionin tuotetta ja tekniikkaa tarkemmin. [4, 6]

### ***2.1.3 Hoitomuodot***

Neglect-oireyhtymän hoitoon ei ole havaittu yhtä tehokkainta hoitomenetelmää. Tämän vuoksi Iso-Britannian Royal College of Physicians Intercollegiate Stroke Working Partyn hoitosuositus [8] on käyttää useampaa hoitomenetelmää kuntoutuksessa. Koska jokaisen potilaan neglectin vakavuus on erilainen, tulisi valittujen hoitomuotojen myös olla yksilöllisesti valittuja. [1, 4]

Hoitomuodot voidaan jakaa kolmeen tyyppiin riippuen niiden vaikutuksen perusteella. [4] Aivojen toimintaa kompensoivilla (compensation) menetelmillä voidaan potilaan puuttuvia aivotoimintoja kompensoida stimuloimalla esimerkiksi vestibulaarista hermostoa, joka voi lyhytkestoisesti parantaa toispuoleista orientaatiota. [1] Tämä ei kuitenkaan paranna henkilön omaa itsetiedostusta toispuoleisen hahmotuksen puutteesta. [4]

Korvaushoito (substitution) on terapiamuoto, jossa visuaalisen neglectin oireita lievennetään tai koitetaan korjata ulkopuolisilla apuvälineillä kuten prismalaseilla. [4] Tällöin pyritään muuttamaan potilaan käyttäytymistä ja sopeutumista ympäristöön nähden. Prismalaseit siirtävät näkökenttää oikealle, jolloin potilaan interaktio ylikompensoi oikeaa puolta. [1] Kun potilas on tottunut prismalaseiden tuomaan virheeseen ja lasit poistetaan, siirtyy virheen tuoma kompensatio vasemmalle puolelle. Prismalaseit ovat helpot ja halvat tehden niistä hyvän vaihtoehdon neglectin hoitoon. [4]

Korjaushoidossa (restitution) yritetään palauttaa potilaan toimintakykyä ja parantaa itsetietoisuutta neglectistä. Korjaushoito on yleisesti ympäristön havaitsemiseen ja palautteeseen liittyvää terapiaa. Terapiamuotoina voidaan hyödyntää mielikuvien luomista tai VR tekniikalla luotuja virtuaalisia ympäristöjä. VR ympäristöjä käsitellään myöhemmissä kappaleissa lisää. [4]

## **2.2 Virtuaalitodellisuus**

Virtuaalitodellisuudella tarkoitetaan tietokoneella generoitua virtuaaliympäristöä, joka perustuu käyttäjän ja ympäristön väliseen interaktioon ja immersioon. Vaikka

virtuaalitodellisuudella voidaan teknisesti ottaen tarkoittaa myös perinteisissä näyttöpäätteissä, kuten televisio- tai tietokone-monitorissa, tapahtuvaa ympäristön ja käyttäjän välistä interaktiota, yleisimmin virtuaalitodellisuudella viitataan täysin immersioivaan virtuaaliympäristötekniikkaan, kuten head mounted display (HMD) ja Cave automatic virtual environment (CAVE). [10]

### ***2.2.1 Teknologia***

Head mounted display on päähän puettava laite, joka linssien ja ruudun avulla esittää visuaalista kuvaa suoraan silmille peittäen ulkomaailman visuaaliset ärsykkeet. HMD-laitteet tunnetaan myös usein nimellä VR-lasit. Head mounted displayn kuva tuotetaan sisäänrakennetusta nestekide- (LCD) tai ledinäytöstä. Tärkeä osa näyttötekniikkaa on stereoskopiaa emuloiva vaikutus, joka syntyy lasien kahdesta linssistä ja kahdesta miltei identtisestä kuvasta, joilla on pieni offset toisiinsa nähden. Tämä tarkoittaa, että sama kolmiulotteinen ympäristö joudutaan luomaan kahdesti jokaiselle kuvalle. Vaihtoehtoisesti VR-laseissa voi olla telakka, johon voidaan kiinnittää älypuhelin ja tuottaa kuva älypuhelimien näyttöä hyödyntäen. [12]

Immersion luomiseksi ja pahoinvoinnin välttämiseksi tarvitaan tarpeeksi hyvät optiset ominaisuudet, nopea kuvataajuus, pieni latenssi ja pään asennon tarkka sijainti-informaatio. Head mounted display saa pään asennon kohdistukseen liittyvän datan sisäänrakennetuista sensoreista tai puhelimen gyroskooppitekniikasta. Käyttäjän sijaintia ja asentoa voi analysoida myös ulkoisilla infrapunakameroilla, jotka asetetaan käyttöalueen kulmiin ja näin saavat sijainti-informaation laitteistoon nähden. Näytön ja linssien ominaisuudet vaikuttavat myös immersion laatuun. Korkea kuvataajuus (suurempi kuin 60Hz) ja mahdollisimman pieni latenssi (pienempi kuin 20ms)

vähentää näkökentän ja varsinaisen liikkeen välistä eroa ja näin ehkäisee tästä syntyvää mahdollista pahoinvointia. Immersiota lisää myös perifeerisen näön huomioiminen, jolloin virtuaaliympäristöt ja laitteistot suunnitellaan noin 90-100 asteen näkökentälle. [12, 13]

Virtuaaliympäristön prosessointi tapahtuu joko erillisessä tietokoneessa, johon HMD on kytketty, kokonaan HMD:ssä tai siihen kytketyssä puhelimessa, tai erillisen tietokoneen ja HMD:n välisesti, jolloin prosessointiteho on jaettu tietokoneen ja VR-lasien oman prosessorin välillä. [12]

Lasien lisäksi virtuaalitodellisuuden luomaa realistista immersiota lisää lisälaitteet, kuten käsissä pidettävät ohjaimet sekä tulevaisuudessa myös haptista, tuntoaistiin perustuvaa, palautetta antavat ohjaimet ja puvut, sekä omnidirektioaalinen juoksumatto. [12]

### ***2.2.2 Lääketieteelliset sovellukset***

Virtuaalitodellisuuden sovellutuksia löytyy monilta aloilta kuten viihteeseen, teollisuuteen ja koulutukseen liittyvistä käyttökohteista. Näiden lisäksi VR on saanut huomiota ja sovellutuksia lääketieteen alalta. Virtuaalitodellisuutta on hyödynnetty motorisessa ja neurologisessa kuntoutuksessa kuten kivun, fobioiden ja neglect-oireyhtymän hoidossa ja diagnoosissa. [14]

Virtuaalitodellisuuden potilaalle luoma immersion ja interaktion tunne, sekä hoitohenkilökunnan kontrolli virtuaaliseen ympäristöön luo mahdollisuuden hyvin yksilökohtaiseen ja spesifiseen hoitoon ja oireiden diagnoosiin. Myös potilaan biosignaaleita, kuten sykettä ja aivosähkökäyrää, voidaan mitata tutkimusession

aikana. [10] Tämän lisäksi VR-teknologia voi lisätä yksilön motivaatiota ja halua osallistua kuntoutukseen ja näin parantaa hoidon tehokkuutta. [15]

Neglect-oireyhtymän hoitoa ja diagnosointia virtuaalitodellisuutta hyödyntäen käsitellään tarkemmin Menetelmät ja Tulokset osioissa.



### **3. Tutkimuksen tavoitteet**

Tavoitteena on tutkia virtuaalitodellisuusympäristön hyödyntämistä neglect-potilaan hoidossa ja potentiaalia sen diagnosoinnissa. Työssä tarkkaillaan myös Peili Visionin omaa ohjelmistoa kyseisissä käyttötarkoituksissa ja niiden potentiaalia tulevaisuudessa.

## **4. Menetelmät**

### **4.1 Peili Vision**

Peili Vision on vuonna 2015 perustettu oululainen IT-alalla toimiva kasvuyritys, joka on kehittänyt ohjelmiston neurologiseen kuntoutukseen virtuaalitodellisuudessa. Peili Vision ohjelmisto on CE-merkitty ja Software as a Medical Device (SaMD) riskiluokassa 1., joka sisältää fyysisestä laitteistosta (VR-lasit ja tabletti) pilvipalveluihin ja itse virtuaaliympäristöihin ja harjoitteisiin. Peili Visionin ohjelmisto on käytössä pohjoismaissa 15 eri sairaalassa ja sen pääasiallinen käyttökohde on olla työkaluna neurologisessa, puheterapeuttisessa ja toimintaterapeuttisessa kuntoutuksessa. [16]

### **4.2 Ohjelmisto**

Peili Visionin ohjelmisto koostuu tuotteena hardware ja software puolesta. Fyysisenä laitteistona käytetään Oculus Go VR-laseja ja Samsung Galaxy Tab S3 -tablettia. VR-lasit toimivat potilaan harjoittelun mahdollistavana välineenä. Terapeutin tai muun hoitohenkilökunnan käyttämä tabletti mahdollistaa Peili Visionin portaaliin kirjautumisen ja potilaiden ja harjoitteiden hallinnoimisen. Molemmat fyysiset laitteet käyttävät Microsoft Azure cloud -pilvipalvelua harjoitteiden käyttämiseen ja historian ylläpitämiseen. Mitään potilastietoja ei järjestelmä sisällä, vaan ainoastaan profiiliin tallennetut harjoitukset, harjoitushistoria sekä -tulokset. Nämä tiedot voidaan myöhemmin terapeutin toimesta erikseen siirtää potilaskohtaisen identifikaattorin avulla potilastietojärjestelmään.

Software koostuu pilvipalvelusta ja harjoitteiden suorittamiseen suunnitellusta käyttöliittymästä ja VR-ympäristöistä. Kolmiulotteiset VR-ympäristöt on luotu Unity -pelimoottorilla ja näitä ympäristöjä voidaan luoda potilaan yksilöllisen tarpeen mukaan. Järjestelmä sisältää kuitenkin monia valmiita harjoitteita, joita voi hyödyntää sellaisenaan. Pilvipalvelu mahdollistaa harjoitteiden tekemisen tai tuloksien tallentamisen etäyhteydessä tabletin ja VR-lasien kanssa.

### **4.3 Neglectiin soveltuvat terapiaharjoitteet**

Peili Vision ohjelmisto sisältää monia valmiita harjoitteita ja ne on suunniteltu puhe-, neuro- ja toimintaterapian ammattilaisten kanssa yhteistyössä. Lisäksi käyttäjä voi itse vapaasti muokata tai luoda uusia harjoitteita potilaan tarpeet huomioiden. Neurologiseen terapiaan soveltuvia testejä ovat esimerkiksi Shoot Targets (Ammu timantit) ja Follow the Fish (Seuraa kalaa), joista Shoot Targets soveltuu erityisesti neglect-oireyhtymän hoitoon.

Shoot Targets harjoitusmuoto koostuu avoimesta kolmiulotteisesta ympäristöstä, jossa käyttäjä yrittää pään liikkeillä etsiä ja ampua määrättyjä kohteita kohdistamalla tähtäimen, joka seuraa pään liikkeitä, objektia kohden. Objektien muodot, värit ja määrä voivat vaihdella ja ympäristöön luodaan myös vääriä kohteita, joita pelaajan tulee välttää (esim. vihreät kuutiot ja siniset timantit). Objektit on aseteltu satunnaisesti noin 40-120 asteen välillä, jolloin päästä joudutaan kääntelemään ja kohdistamaan eri puolille asetettujen rajojen sisällä. Kaikki harjoitusmuodon asetukset ovat muokattavissa terapeutin toimesta. Testin aikana ammutaan ennalta määrätyn ajan sisällä niin monta objektia kuin mahdollista. Peli pitää kirjaa oikeista osumista, huomaamatta jääneistä ja vääristä osumista. Tämän lisäksi dataa saadaan osumien

välisestä ajasta ja pään liikkeistä. Terapiaharjoitteita on lukuisia muitakin, jotka ovat eri tarkoituksiin räätälöity, mutta näistä Shoot Targets -peli soveltuu parhaiten neglect-potilaan harjoitteeksi.

Tulokset on kerätty terveen koehenkilön yhden Shoot Targets -pelin aikana saaduista tuloksista yhden minuutin ajalta. Testi järjestettiin Peili Visionin työtiloissa rauhallisissa olosuhteissa, jossa testin tekijälle annettiin laitteisto kokeen ajaksi käyttöön.

## 5. Tulokset

Laitteisto kerää dataa harjoitteista ja esittää sen niin kuvaaja- kuin taulukkomuodossa. Shoot Targets -harjoitteesta dataa kerätään kohteen muodosta, väristä, ampumiseen käytetystä ajasta, horisontaalisesta ja vertikaalisesta kulmasta, sekä tuloksesta eli ammuttiinko haluttua kohdetta vai ei. Tuloksesta pidetään kirjaa ajan funktiona ja prosentuaalinen osuus lasketaan osutuista kohteista kaikkien virheellisten kohteiden suhteen. Tästä voidaan seurata helposti suorituksen ja kehityksen tasoa. Terveen koehenkilön osumatarkkuus on koko pelin keston (minuutti) ajan ollut 100 % (taulukko 1).

Taulukko 1. Terveen koehenkilön esimerkkidata tulos ajan funktiona

<b>Aika [s]</b>	<b>Tulos [%]</b>
0,00	100,00
4,25	100,00
5,77	100,00
8,27	100,00
11,68	100,00
18,97	100,00
22,34	100,00
28,81	100,00
32,36	100,00
34,92	100,00
36,54	100,00
37,61	100,00
38,61	100,00
39,67	100,00
40,63	100,00
41,94	100,00
42,96	100,00
46,87	100,00
49,19	100,00
52,01	100,00
56,48	100,00

Taulukko 2. Terveen koehenkilön esimerkkidata

Kohde	Muoto	Väri	Aika [s]	Kulma (horisontaalinen) [°]	Kulma (vertikaalinen) [°]	Tulos
1	kuutio	vihreä	4,25	-5,16	-9,02	oikein
2	kuutio	vihreä	1,37	-19,51	10,10	oikein
3	kuutio	vihreä	1,09	23,38	-14,13	oikein
4	kuutio	vihreä	0,79	-15,33	-2,83	oikein
5	kuutio	vihreä	1,14	28,38	-17,28	oikein
6	kuutio	vihreä	3,20	-8,63	17,64	oikein
7	kuutio	vihreä	0,84	1,47	11,85	oikein
8	timantti	sininen	2,37	14,97	-8,34	oikein
9	timantti	sininen	4,93	-21,96	-5,82	oikein
10	timantti	sininen	1,49	-9,56	-16,03	oikein
11	timantti	sininen	3,62	1,19	-13,27	oikein
12	timantti	sininen	2,41	3,53	5,14	oikein
13	timantti	sininen	2,03	26,81	-6,45	oikein
14	timantti	sininen	1,55	13,80	-9,44	oikein
15	timantti	sininen	1,76	-19,36	12,35	oikein
16	timantti	sininen	1,55	-7,92	-5,97	oikein
17	timantti	sininen	4,01	-7,95	15,99	oikein
18	timantti	sininen	1,71	-25,03	6,93	oikein
19	timantti	sininen	0,95	-0,41	7,01	oikein
20	timantti	sininen	0,97	-23,78	4,46	oikein

Taulukossa 2 kulmat ovat pallokoordinaattien kulmat, josta voidaan päätellä kohteen sijainti eri pelihetkinä ja aika kertoo, kuinka pitkä aika käytettiin eri kohteiden ampumisen välillä. Taulukosta 2 nähdään myös, että kahdeksannen kohteen aikana pelin vaatima oikea kohde on vaihdettu vihreästä siniseen timanttiin. Tulokset selvästi osoittavat, ettei henkilöllä ole ympäristön hahmotuksen ongelmia kyseisessä kokeessa.

## 6. Pohdinta

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää VR-ympäristöjen hyödyntämistä neglect-oireyhtymän diagnoosissa ja hoidossa. Shoot Targets harjoitteesta saatu data on kuitenkin tutkimuksen rajoitteista ja potilasturvan takia rajattu vain terveen henkilön tuottamaan esimerkkidataan, jolloin täytyy tyytyä tarkastelemaan hypoteettisesti tilannetta, jossa neglectiä sairastava potilas suorittaisi testiä.

Koska kohteet satunnaisesti ripotellaan pelikentälle pallokoordinaatiston eri pisteisiin, olisi neglectiä sairastavalla potilaalla huomattava määrä enemmän ohitettuja kohteita kontralesionaalisesti. Tämä näkyisi datassa kohteiden virheellisenä tuloksena niiden kappaleiden kohdalla, joiden pallokoordinaatiston horisontaalinen kulma on negatiivisella puolella. Myös kulunut aika kohteiden välillä voi indikoida samasta ilmiöstä, mikäli aikaa kuluu huomattavasti enemmän vasemmalla puolella olevien kohteiden löytämisessä.

Harjoitteena Shoot Targets soveltuu juuri avaruudellisen hahmotuksen parantamiseen neglect-potilaille. Testin helppous ja datan selkeys helpottavat niin potilasta kuin hoitohenkilökuntaa tekemään itsenäisiä harjoitteita, sekä seuraamaan kehitystä harjoitteiden välillä.

Potentiaalia löytyy tuotteesta myös diagnosoinnin puolelta, vaikkei ohjelmisto vielä tällä hetkellä ole SaMD riskiluokassa 2, joka mahdollistaisi laitteiston hyödyntämisen myös diagnosoinnissa. Kuten aiemmin todettiin, kohteiden sijainnin, kuluneen ajan ja osuman laadun yhteisvaikutuksesta voidaan tehdä johtopäätöksiä siitä, miten hyvä potilaan kyky on havaita näkökentän eri osissa olevia kohteita. Tuloksista nähdään selvästi, mikäli vasemmanpuoliset kohteet on sivutettu ja myös se,

minkä kulman jälkeen hahmotuskyky heikentyy tai muuttuu olemattomaksi. Tämän lisäksi immersoiva virtuaaliympäristö toimii mahdollisesti parempana erottelijana siinä, onko potilaalla hemianopsia vai neglect, sillä luonnollinen pään asennon muuttaminen paljastaa näkökentästä kadonneet kohteet, mikäli potilaalla on ainoastaan ongelmia näön kanssa. Sama ero esimerkiksi paperille piirretyissä kohteissa voi jäädä huomaamatta kaksikulotteisuuden vuoksi, jolloin pään liikuttaminen uusien kohteiden löytämiseksi voi tuntua teennäiseltä.



## **7. Johtopäätökset**

Virtuaaliympäristön mukanaan tuoma monipuolisuus ja teknologian nopeasti edistyvä kehitys ja helppokäyttöisyys luovat pohjan uusille hoitokeinoille ja diagnosointimenetelmille niin neglect-oireyhtymän, kuin monen muunkin neurologisen tai muun sairauden osalle. Lopputyön laatua heikensi oikeiden potilastapausten puuttuminen ja niiden analysointi, mutta itse tekniikka ja datan analysointi loivat helposti hahmotettavan kuvan laitteiston potentiaalista ja hyötykäytöstä tällä saralla.

Jatkotutkimuksissa tulisi saada oikeaa potilasdataa, jotta johtopäätösten tekeminen hoidon laadusta ja potilaan kuntoutumisen edistymisestä olisi selkeämpää. Mahdollinen lisä olisi myös verrata VR-ympäristöä traditionaalisempiin kuntoutusmenetelmiin potilastasolla. Lisäksi diagnosointipotentiaali voisi olla tarkemman analyysin puolesta jatkotyön aiheena.

## 8. Lähteet

1. Li K, Malhotra PA. Spatial neglect. *Pract Neurol*. 2015;15(5):333–9.
2. Petersen SE, Posner MI. The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. *Annual Review of Neuroscience*. 2012;35(1):73–89.
3. Vallar G. Spatial hemineglect in humans. *Trends in Cognitive Sciences*. 1998;2(3):87–97.
4. Ting DSJ, Pollock A, Dutton GN, Doubal FN, Ting DSW, Thompson M, ym. Visual Neglect Following Stroke: Current Concepts and Future Focus. *Survey of Ophthalmology*. 2011;56(2):114–34.
5. Halligan PW, Fink GR, Marshall JC, Vallar G. Spatial cognition: evidence from visual neglect. *Trends in Cognitive Sciences*. 2003;7(3):125–33.
6. Baheux K, Yoshizawa M, Tanaka A, Seki K, Handa Y. Diagnosis and rehabilitation of hemispatial neglect patients with virtual reality technology. *Technology and Health Care*. 2005;13(4):245–60.
7. Ferber S, Karnath H-O. How to Assess Spatial Neglect - Line Bisection or Cancellation Tasks? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 2001;23(5):599–607.
8. Stroke guidelines [Internet]. RCP London. 2016 [viitattu 7. helmikuuta 2019]. Saatavissa: <https://www.rcplondon.ac.uk/guidelines-policy/stroke-guidelines>
9. Bourdot P, Cobb S, Interrante V, Kato H, Stricker D. *Virtual Reality and Augmented Reality*. Springer International Publishing; 2018.
10. Rose T, Nam CS, Chen KB. Immersion of virtual reality for rehabilitation - Review. *Applied Ergonomics*. 2018;69:153–61.
11. Qi W, Taylor RM II, Healey CG, Martens J-B. A Comparison of Immersive HMD, Fish Tank VR and Fish Tank with Haptics Displays for Volume Visualization. Teoksessa: *Proceedings of the 3rd Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization* [Internet]. New York, NY, USA: ACM; 2006 [viitattu 19. helmikuuta 2019]. s. 51–58. (APGV '06). Saatavissa: <http://doi.acm.org/10.1145/1140491.1140502>

12. Head-mounted Displays (HMDs) [Internet]. Virtual Reality Society. 2017 [viitattu 26. helmikuuta 2019]. Saatavissa: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality-gear/head-mounted-displays/>
13. Gavgani AM, Hodgson DM, Nalivaiko E. Effects of visual flow direction on signs and symptoms of cybersickness. PLOS ONE. 2017;12(8):e0182790.
14. Birckhead B, Khalil C, Liu X, Conovitz S, Rizzo A, Danovitch I, ym. Recommendations for Methodology of Virtual Reality Clinical Trials in Health Care by an International Working Group: Iterative Study. JMIR Mental Health. 2019;6(1):e11973.
15. Kizony R, Katz N, Weiss PL. Adapting an immersive virtual reality system for rehabilitation. The Journal of Visualization and Computer Animation. 2003;14(5):261–8.
16. HOME | Peili Vision [Internet]. [viitattu 27. maaliskuuta 2019]. Saatavissa: <https://peilivision.fi/>