

**Aivoverenkiertohäiriö (AVH)-  
kuntoutujan yläraajan toimintakyvyn  
kehittäminen virtuaalitodellisuusym-  
päristössä**

**Kuvaileva kirjallisuuskatsaus**

Jonna Rätty

Opinnäytetyö

Huhtikuu 2017

Sosiaali, - terveys- ja liikunta-ala

Fysioterapeutti (AMK), Fysioterapeutin tutkinto-ohjelma



jamk.fi

Jyväskylän ammattikorkeakoulu  
JAMK University of Applied Sciences

Tekijä(t) Räty, Jonna	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Huhtikuu 2017
	Sivumäärä 53+6	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Aivoverenkiertohäiriö (AVH)- kuntoutujan yläraajan toimintakyvyn kehittäminen virtuaalidodellisuusympäristössä</b>		
Tutkinto-ohjelma Fysioterapian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Mäki-Natunen, Pirjo ja Kuukkanen, Tiina		
Toimeksiantaja(t)		
Tiivistelmä <p>Yläraajan toimintarajoitteet ovat yleinen ongelma aivoverenkiertohäiriön jälkeen ja ne rajoittavat henkilön osallistumista ja suoriutumista päivittäisistä toiminnoista. Kuntoutuksessa kuitenkin yläraajan huomioiminen jää usein vähäiseksi, alkuvaiheen kuntoutuksen keskittyen enemmän kävelyyn ja sitä valmistaviin harjoituksiin. Yläraajan kuntoutukseen on useita eri menetelmiä, virtuaalikuntoutuksen ollen melko uusi ja vielä vähän käytetty menetelmä. Tutkimusnäytön mukaan kuntoutus tulisi aloittaa varhain, sen tulisi olla intensiivistä ja toteutua moniammatillisessa yksikössä. Kuntoutuksessa merkittäviä asioita ovat myös harjoitteiden laatu, harjoitteluympäristö ja niistä saatu palaute. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, millaista yläraajan virtuaalikuntoutus on, minkälaisille aivoverenkiertohäiriökuntoutujille se sopii, minkälaisia laitteita kuntoutuksessa on käytetty ja millaisia tuloksia on saatu.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena ja tiedonhaku tehtiin Pubmed ja PEDro- tietokannoista. Löytyneistä 372:sta tutkimuksesta mukaan valikoitui 10 tutkimusta, jotka täyttivät opinnäytetyön sisäänottokriteerit. Mukaan valikoituneet tutkimukset ovat melko heterogeenisiä harjoittelun intensiteetin, käytettyjen mittareiden ja laitteiden suhteen.</p> <p>Tässä kirjallisuuskatsauksessa todettiin, että yläraajan virtuaalikuntoutus on käyttökelpoinen menetelmä yläraajan kuntoutukseen aivoverenkiertohäiriön jälkeen. Tutkimuksissa yläraajan toimintakyky on parantunut virtuaalikuntoutuksella, mutta se ei ole ollut tehokkaampi kuin muut yläraajan kuntoutusmenetelmät. Yläraajan virtuaalikuntoutuksella voidaan kuitenkin lisätä harjoittelun intensiteettiä ja kuntoutujan itsenäistä harjoittelua.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> )  aivoverenkiertohäiriö, yläraaja, virtuaalidodellisuus, virtuaalikuntoutus		
Muut tiedot		

Author(s) Rätty, Jonna	Type of publication Bachelor's thesis	Date April 2017 Language of publication: Finnish
	Number of pages 53+6	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Virtual reality for improving upper extremity function after stroke</b>		
Degree programme Bachelors Degree in Physiotherapy		
Supervisor(s) Mäki-Natunen, Pirjo and Kuukkanen, Tiina		
Assigned by		
Abstract  <p>Functional restrictions of the upper extremity are a common problem after a stroke, and they limit an individual's participation and performance in daily activities. However, the focus in the early stages of rehabilitation after stroke is mainly in gait training instead of upper limb functions. Even though there are several rehabilitation methods for restoring upper limb function after stroke virtual reality is still quite new and rarely utilized technique. Studies show that rehabilitation should begin as soon as possible after the stroke and it should be carried out intensely in a multidisciplinary environment. The quality of the exercises, training environment and feedback are also significant in the rehabilitation process. The purpose of the thesis was to study how upper limb rehabilitation is executed using virtual reality technology. The purpose was also to study what kind of subjects benefit from virtual reality intervention, what devices are available for rehabilitation and the effectiveness of the intervention.</p> <p>The method of the thesis was a descriptive literature review. The data was collected from Pubmed and Pedro databases. Ten studies out of 372 met inclusion criterias of the thesis. The selected studies are quite heterogenic in terms of practice intensity, used devices and outcome measures.</p> <p>According to the results, virtual reality intervention in upper limb rehabilitation is a usable method after stroke. The results of the studies show improved upper limb function after virtual reality intervention but the method hasn't been proven to be more effective than other rehabilitation methods. However, the intensity and independency of rehabilitation can be increased using virtual reality technology.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> )  stroke, upper limb, virtual reality, virtual rehabilitation		
Miscellaneous		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Aivoverenkiertohäiriöt (AVH).....</b>	<b>5</b>
	2.1 Aivoverenkiertohäiriöt ja toimintakyky.....	5
	2.2 Yläraajan toimintakyky .....	8
	2.3 Yläraajan toimintakyvyn arviointi.....	13
<b>3</b>	<b>Kuntoutus .....</b>	<b>16</b>
	3.1 Hermoston plastisuus ja motorinen oppiminen aivoverenkiertohäiriön jälkeen 17	
	3.2 Yläraajan kuntoutus.....	20
<b>4</b>	<b>Virtuaalitodellisuusympäristö .....</b>	<b>22</b>
	4.1 Virtuaalitodellisuuden käyttö kuntoutuksessa .....	25
	4.2 Virtuaalikuntoutuksen hyödyt.....	25
<b>5</b>	<b>Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet .....</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>Tutkimuksen toteuttaminen .....</b>	<b>27</b>
	6.1 Opinnäytetyön tiedonhankinta .....	27
	6.2 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus .....	30
	6.3 Aineiston analysointi .....	31
<b>7</b>	<b>Tulokset .....</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>Pohdinta.....</b>	<b>43</b>
	8.1 Tutkimustulosten pohdinta .....	44
	8.2 Jatkotutkimusaiheita .....	46
	<b>Lähteet .....</b>	<b>48</b>
	<b>Liitteet.....</b>	<b>54</b>

## Kuvat

Kuva 1. Aivojen suonitusalueet lateraali- ja mediaalipinnalla. Etumainen aivovaltimo (valkoinen), keskimäinen aivovaltimo (sininen), takimmainen aivovaltimo (ruskea).7

Kuva 2. Tarttumisotteet (A. Koukkuote B. Pallo-ote C. Sylinteriote D. Kahden sormen pinsettiote E. Kolmen sormen pinsettiote F. Avainote).....	11
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## **Taulukot**

Taulukko 1. Tiedonhakutaulukko .....	27
Taulukko 2. Sisään- ja poissulkukriteerit, jatkuu seuraavalla sivulla .....	29
Taulukko 3. Tutkimuksiin osallistuvien sisään- ja poissulkukriteerit .....	32
Taulukko 4. Yläraajan virtuaalikuntoutuksen intensiteetti .....	35
Taulukko 5. Tutkimuksissa käytetyt mittarit, jatkuu seuraavalla sivulla.....	39

# 1 Johdanto

Aivoverenkiertohäiriöiden vuoksi menetetään eniten laatu- ja elinvuosia kuin muissa sairauksissa ja Suomessa ja vuosittain siihen sairastuu lähes 25 000 henkilöä (Koskinen 2016; Kaste, Hernesniemi, Kotila, Lepäntalo, Lindsberg, Palomäki, Roine & Sivenius 2006, 271). Sairastuneista arviolta n. 45% tarvitsee lääkinnällistä kuntoutusta sairastumisen jälkeen (Aivoverenkiertohäiriöt (AVH) lukuina 2013). Aivoverenkiertohäiriöpotilaista kaksi kolmasosaa on yli 65-vuotiaita ja viimeisimmän tilaston mukaan joka viides suomalainen on nyt vähintään 65-vuotias (Kaste ym. 2006; väestön ikärakenteen kehitys n.d.). Näiden tietojen perusteella voidaan olettaa aivoverenkiertohäiriöiden olevan myös lähivuosina suurin vammautumisen aiheuttaja Suomessa. Aivoliiton ilmoittamien laskelmien mukaan vuoteen 2020 mennessä Suomessa tarvitaan 100 uutta vuodeosastoa, elleivät aivoverenkiertohäiriöiden ennaltaehkäisy, akuuttihoito ja varhaisvaiheen kuntoutus kehity (Aivoverenkiertohäiriöt (AVH) lukuina 2013).

Aivoverenkiertohäiriöt voivat aiheuttaa useita eri toimintarajoitteita ja yläraajan halvaus on yleinen sairastumisen jälkeen. Halvausoireet voivat vaihdella totaalista halvauksesta eli hemiplegiasta lievempioireisiin hemipareeseihin (Pyöriä, Reunanen, Nyrkkö, Kautiainen, Pieninkeroinen, Tapiola & Lohikoski 2015, 14). Sairastumisen jälkeiset yläraajaongelmat vaikuttavat henkilön osallistumiseen ja elämänlaatuun, monet päivittäiset toiminnot kuten hygieniasta huolehtiminen, pukeminen ja ruokailu vaativat tarkkaa yläraajan toimintaa (Adie, Schofield, Berrow, Wingham, Humfries, Pritchard, James & Allison 2016, 173). Perus arkielämän toimien lisäksi myös eri teknologioiden käyttö on nykyään päivittäistä ja myös niiden käyttö vaatii tarkkaa yläraajan toimintaa. Muun muassa vuonna 2015 16-89 vuotiaista suomalaisista 87% käytti internetiä ja heistä 68% käytti internetiä monta kertaa päivässä (Internetin käyttö mobiilia, laitteet henkilökohtaisia 2015).

Aivoliiton vuosina 2013-2015 tekemässä tutkimuksessa selvitettiin aivoverenkiertohäiriöön sairastaneiden akuuttihoiton jälkeisen kuntoutuksen toteutumista. Tutkimuksesta selviää, että esimerkiksi keskussairaaloitten kuntoutusosastoilla potilaat osallistuvat päivän aikana aktiivisesti kuntoutukseen keskimäärin 3 tuntia. Tähän ai-

kaan sisältyy terapiat ja kuntouttava hoitotyö, jonka merkitys korostuu etenkin viikonloppuisin erityistyöntekijöiden ollessa vapaalla. (Koskinen, 2016.)

Yksi mahdollisuus lisätä kuntoutuksen intensiteettiä ja kuntoutujan omatoimista harjoittelua on virtuaalitodellisuuden käyttö kuntoutuksessa. Virtuaalitodellisuuden ja videopelaamisen käyttö kuntoutuksena on noussut osaksi aivoverenkiertohäiriöpotilaiden kuntoutusta 2000-luvulla. Virtuaalitodellisuudella ja videopelaamisella pyritään jäljittelemään elämän todellisia asioita ja tapahtumia. Näiden käyttö kuntoutuksessa mahdollistaa sellaisten asioiden harjoittelun, jotka eivät välttämättä muuten olisi toteutettavissa esimerkiksi sairaalaympäristössä. Virtuaalitodellisuudessa harjoittelun ajatellaan myös olevan monelle kuntoutujalle motivoivampaa kuin tavanomainen harjoittelu. (Laver, George, Thomas, Deutsch & Crotty 2015.)

Virtuaalitodellisuuden ja videopelaamisen käyttöä aivoverenkiertokuntoutujilla on tutkittu eniten yläraajan käytön ja aktiivisuuden osalta, mutta tutkimuksia on tehty myös muun muassa videopelaamisen ja virtuaalitodellisuuden vaikutuksista kävelyyn, tasapainoon ja kognitiivisiin toimintoihin (Mts. 2015). Tämä opinnäytetyö käsittelee aivoverenkiertohäiriöitä ja niiden aiheuttamia tyypillisimpiä yläraajan toimintahäiriöitä sekä niiden kuntouttamista virtuaalitodellisuusympäristöä hyödyntäen. Opinnäytetyössä käytetään termiä virtuaalikuntoutus, jolla tarkoitetaan virtuaalilaitteen avulla toteutettua kuntoutusta.



## 2 Aivoverenkiertohäiriöt (AVH)

### 2.1 Aivoverenkiertohäiriöt ja toimintakyky

Aivoverenkiertohäiriö (AVH) on yhteisnimitys neurologisia oireita aiheuttaville aivoverisuonitapahtumille ja niitä seuraaville aivoverenkierronhäiriöille. Aivohalvaus (stroke) on puolestaan kliininen nimitys aivoverenkiertohäiriöille, jolla tarkoitetaan joko aivoinfarktia, aivoverenvuotoa tai lukinkalvon alaista vuotoa. (Aivoinfarkti ja TIA 2016.) Aivoverenkiertohäiriöt jaotellaan tyypillisesti iskeemiseen ja hemorragiseen. Iskeemisessä aivoverenkiertohäiriössä aivovaltimo tukkeutuu aiheuttaen hapettomuuden aivovaltimon suonittamalla aivoalueella, joka johtaa aivoalueen kuolioon. Iskeemiset aivoverenkiertohäiriöt voidaan jakaa vielä aivoinfarktiin ja ohimenevään iskeemiseen kohtaukseen, eli TIA-kohtaukseen. Aivoinfarktit jaetaan vielä suurten suonten tautiin, pienten suonten tautiin ja sydänperäisiin embolioihin, sen mukaan mistä tukos on saanut alkunsa. (Kaste ym. 2006, 271-272.)

Aivoverenkiertohäiriöistä noin 80% on infarkteja, joiden yleisin syy on aivovaltimon veritulppa. Veritulpan syynä on yleensä valtimoiden kovettumatauti eli ateroskleroosi, jolloin verenvirtauksen aivoihin estää verihyytymä eli trombi. (Mts. 272.) Aivohalvauksen voi aiheuttaa myös jostain muualta kehosta kulkeutunut hyytymä, joka myöhemmin tukkii aiemmin ahtautuneen valtimon. Tällaisissa tilanteissa puhutaan emboliasta ja yleisimmin hyytymä on sydänperäinen. (Atula 2015.)

Hemorragisessa aivoverenkiertohäiriössä aivovaltimo repeää, jolloin verta pääsee vuotamaan aivoihin. Aivoverenvuodot jaetaan vuotoon jossa valtimon repeytymisen johdosta veri vuotaa suoraan aivoaineeseen, jolloin puhutaan aivoverenvuodosta sekä vuotoon, jossa veri vuotaa aivojen pinnalle eli lukinkalvonalaiseen tilaan, jolloin puhutaan subaraknoidaalivuodosta. (Kaste ym. 2006, 316.)

Noin 10% aivoverenkiertohäiriöstä on aivoverenvuotoja ja noin 10% subaraknoidaalivuotoja (Mts. 2006, 272). Vuotojen yleisin aiheuttaja on valtimon pullistuman eli aneurysman puhkeaminen. Yleisin perussyy vuotoihin on pitkäaikainen verenpainetauti, vuotovaaraa lisäävät myös verisairaudet,

hyytymishäiriöt, aivokasvaimet, aivovammat, verisuonten epämuodostumat ja runsas alkoholinkäyttö. (Kaste ym. 2006, 316; Atula 2015.)

Aivoverenkiertohäiriön jälkeiset toimintarajoitteet ja niiden vaikeusaste riippuvat vaurion laajuudesta, vaurion tyypistä ja vaurioituneesta suonitusalueesta. (Carr & Shepherd 2010, 256). Aivojen vaurioituessa oireet ovat alkuvaiheessa pahimmillaan, sillä vaurioituneen alueen lisäksi myös muiden alueiden toiminta menee hetkellisesti epätasapainoon. Oireet lievittyvät spontaanisti ajan kuluessa, säilyneiden aivoalueiden toiminnan palautuessa normaaliksi. (Ylinen 2011, 36.)

Aivoihin kuljettaa verta neljä suurta valtimoa: sisemmät kaulavaltimot ja nikamavaltimot. Näistä neljästä valtimosta haarautuu useita aivovaltimoita, jotka vastaavat eri aivoalueiden verenkierrosta. Aivojen etuosien verenkierrosta vastaavat päävaltimot ovat sisempi kaulavaltimo (arteria carotis interna), keskimmäinen aivovaltimo (arteria cerebri media) ja etummainen aivovaltimo (arteria cerebri anterior). Takaosien verenkierrossa tärkeimpiä valtimoita ovat nikamavaltimo (arteria vertebralis), kallonpohjavaltimo (arteria basilaris) ja takimmainen aivovaltimo (arteria cerebri posterior). (Soinila 2006, 42-44.)

Keskimmäiset aivovaltimot suonittavat aivokuorelta isoavojen ulkopinnalta suurinta osaa otsa-, päälaki- ja ohimolohkoista sekä osaa takaraivolohkoista. Lisäksi ne suonittavat aivokuorenlaisista osista suurinta osaa tyvitumakkeista ja lähes kokonaan capsula internan. (Soinila 2006, 44.) Yläraajan toiminnan kannalta keskimmäinen aivovaltimo on keskeisin, sen alueen infarktit aiheuttavat motorisen tai sensorisen hemipareesin painottuen yläraajaan. Lisäksi keskimmäisen aivovaltimon vaurioiden yhteydessä voi esiintyä muun muassa apraksiaa, neglectiä ja puheen sujumattomuutta. (Häppölä 2010.)

Etummaisat aivovaltimot suonittavat otsalohkon etu- ja sisäpintaa, capsula internan etuosaa ja tyvitumakkeiden etuosia, kuten häntätumakkeen ja aivokuorukan (Kaste ym. 2006, 298). Etummaisten aivovaltimoiden suonittaessa motorisen aivokuoren alaraajaa vastaavaa aluetta, aivoverenkiertohäiriöiden jälkeen alaraajan toiminta häiriintyy voimakkaammin kuin yläraajan. Lisäksi tukkeuma etummaisessa aivovaltimossa voi aiheuttaa muun muassa toiminnanohjauksen häiriöitä, oiretiedostamattomuutta sekä virtsan- ja ulosteenpidätyshäiriöitä. (Häppölä 2010.)

Takimmaisten aivovaltimoiden suonittamiin alueisiin kuuluvat takaraivolohkot, ohimolohkojen alapinnat sekä talamuksen (Soinila 2006, 44). Takimmaisten aivovaltimoiden tukkeutumat voivat aiheuttaa muun muassa homonyymiä hemianopiaa, visuaalista agnosiaa ja visuaalisia- sekä kielellisiä muistihäiriöitä (Kuva 1.) (Häppölä 2010).



Kuva 1. Aivojen suonitusalueet lateraali- ja mediaalipinnalla. Etumainen aivovaltimo (valkoinen), keskimäinen aivovaltimo (sininen), takimmainen aivovaltimo (ruskea).

(Mukailtu Soinila 2006, 44)

Akuuttivaiheessa 70-85% aivoverenkiertohäiriöön sairastuneista kärsii sensomotorisesta toispuolihalvauksesta eli hemiplegiasta, joka ilmenee aivojen vaurioon nähden kehon vastakkaisella puolella. Toispuolihalvaus on usein yläraajapainoitteinen aivoinfarktin tai aivoverenvuodon ollen useimmiten keskimäisen aivovaltimon tai sisemmän kaulavaltimon suonittamalla alueella (Korpelainen, Leino, Sivenius & Kallanranta 2008, 253).

Aivoverenkiertohäiriöiden jälkeiset neurologiset oireet näkyvät motorisessa toiminnassa eniten kävelyn, siirtymisten ja pukeutumisen vaikeutena (Karttunen, Peurala, Häkkinen, Kautiainen, Kantanen, Heinonen, Sihvonen, & Kallinen 2014, 7). Motoristen toimintojen sujumattomuuteen vaikuttavat lihasvoiman heikkous, raajaparin kömpelyys, spastisuus, tuntohäiriöt sekä vartalon ja tasapainon hallinnan heikkous (Kauhanen 2015, 233). Kuntoutusta voi myös vaikeuttaa työntöoireyhtymä (pusher-syndrome), jolloin potilas pyrkii jatkuvasti viemään kehon painoaan halvaantuneelle puolelle (Davies 2000, 403).

Fyysisten oireiden lisäksi potilaan kuntoutuksessa tulee huomioida myös mahdolliset neuropsykologiset ja neuropsykiatriset oireet. Arvioiden mukaan yli puolella aivoverenkiertohäiriöön sairastuneista on jonkinasteisia neuropsykologisia häiriöitä. (Jehkonen, Nurmi & Nurmi 2015, 189.) Aivojen vaurioitumiseen liittyvät kognitiiviset muutokset ovat moninaisia ja ne voidaan jakaa neuropsykologisiin yleisoireisiin sekä neuropsykologisiin erityishäiriöihin (Korpelainen ym. 2008, 254). Yleisoireisiin voidaan katsoa kuuluvaksi toimintojen hidastuminen, yleiset keskittymis- ja muistivaikeudet sekä päättelyn ja käsitteellisen ajattelun heikentyminen. Neuropsykologisia erityishäiriöitä ovat afasiat, näköhavainnon häiriöt, neglect, tahdonalaisten liikesuoritusten häiriöt, muistihäiriöt, toiminnanohjauksen häiriöt ja siihen liittyvät psyykkisen toiminnan häiriöt. (Korpelainen ym. 2008, 254.)

Aivoverenkiertohäiriöön sairastumisen jälkeen myös masennukseen sairastuminen on mahdollista ja lähteestä riippuen n. 20-65% AVH:n sairastaneista sairastaa masennusta (Kauhanen 2015, 234). Masennus voi johtua osin sairastumisesta ja sen aiheuttamasta toimintakyvyn alenemasta tai se voi olla osin fysiologinen seuraus sairastumiselle, jos aivojen tunne-elämää sääteleviä alueita on vaurioitunut (Pohjasvaara, Vataja, Leppävuori & Erkinjuntti 2011). Masennus vaikuttaa huomattavasti sairastuneen elämänlaatuun ja etenkin henkilön kokemaan terveydentilaan, kipuun, osallistumiseen ja vireyteen sekä pidentää ja vaikeuttaa aivoverenkiertohäiriön jälkeistä kuntoutusta (Karttunen ym. 2014, 7; Korpelainen ym. 2008, 255).

## 2.2 Yläraajan toimintakyky

Tarkka yläraajan hienomotorinen toiminta on edellytys monissa päivittäisissä toiminnoissa, kuten syömisessä, pukemisessa ja henkilökohtaisen hygienian hoidossa. Yläraajan toimintaa tarvitaan kuitenkin myös monessa muussa motorisessa toiminnassa, kuten kävelyssä ja tasapainon hallinnassa. (Shumway-Cook & Woolcott 2001, 447-448.) Aivohalvauksen jälkeiseen yläraajan toimintakyvyn heikkenemiseen vaikuttavat useat osatekijät. Motoriikan heikentyminen, hidastunut hermoston aktivoituminen, yläraajan eri osien toiminnan ajoittamisen häiriöt, lihasvoiman heikentyminen, koordinaatio sekä tuntopuutokset voivat huomattavasti heikentää toimintakykyä ja itsestä selviytymistä päivittäisistä toiminnoista. (Carr & Shepherd 2010, 133.) Yläraajan toimintakyvyn heikkenemiseen voivat vaikuttaa myös havainnoinnin ongelmat. Ylä-

raajan toiminnassa olennaista on silmä-käsi koordinaatio, joka visuomotorisissa ongelmissa voi vaikeutua. (Shumway-cook & Woollacott 2001, 450.)

Tarkkaa yläraajan toimintaa tarvitaan muun muassa osoittaessa kohdetta tai tarttuessa tiettyyn kohteeseen. Esineeseen tarttuminen alkaa kohteen havaitsemisesta ja paikallistamisesta. Kohteen etäisyydestä riippuen paikallistaminen voi tapahtua näkö-, kuulo-, tai kosketusaistin avulla, joista näköaisti on käytetyin. (Kauranen 2011, 235.) Näköaistin avulla tapahtuvaan kohteen paikallistamiseen käytetään joko pelkkää silmien liikettä, silmien ja pään liikettä tai silmien, pään ja vartalon liikkeitä, riippuen kohteen sijainnista näkökentässä (Shumway-Cook & Woollacott 2001, 448).

Aivoverenkiertohäiriöön sairastuneilla kohteen paikallistaminen häiriintyy yleisimmin johtuen homonymistä hemianopiasta tai visuaalisesta neglectistä. Homonymissä hemianopiassa henkilön kummassakin silmässä on toispuoleinen näkökenttäpuutos. (Shumway-Cook & Woollacott 2001, 498; Jehkonen, Nurmi, Kuikka 2015, 66.) Visuaalinen neglect on useimmiten seurausta oikean aivopuoliskon vaurioitumisesta, jonka seurauksena vaurion vastakkaisen puolen ärsykkeet jäävät usein huomioimatta (Shumway-Cook & Woollacott 2001, 498).

Kohteen paikallistamisen jälkeen alkaa kohteeseen kurottaminen/ojentautuminen. Aivoverenkierron häiriön jälkeen kurottaminen voi hidastua ja olla epätarkempaa, johtuen usein heikentyneestä koordinaatiosta yläraajan eri osien välillä, lihasheikoudesta ja vähentyneistä nivelten liikelaajuuksista (Carr & Shepherd 2010, 135). Kurottaminen vaatii myös vartalon hallintaa, joka usein heikentyy aivoverenkiertohäiriön myötä. Vaadittu vartalon hallinta riippuu pitkälti yläraajan tehtävän luonteesta, seisten esineeseen kurottaminen vaatii enemmän vartalon hallintaa kuin esimerkiksi kurottaminen istuen ja nopeat yläraajan liikkeet ovat vaativampia vartalon hallinnan kannalta kuin hitaat. (Shumway-Cook, Woollacott 2001, 457.)

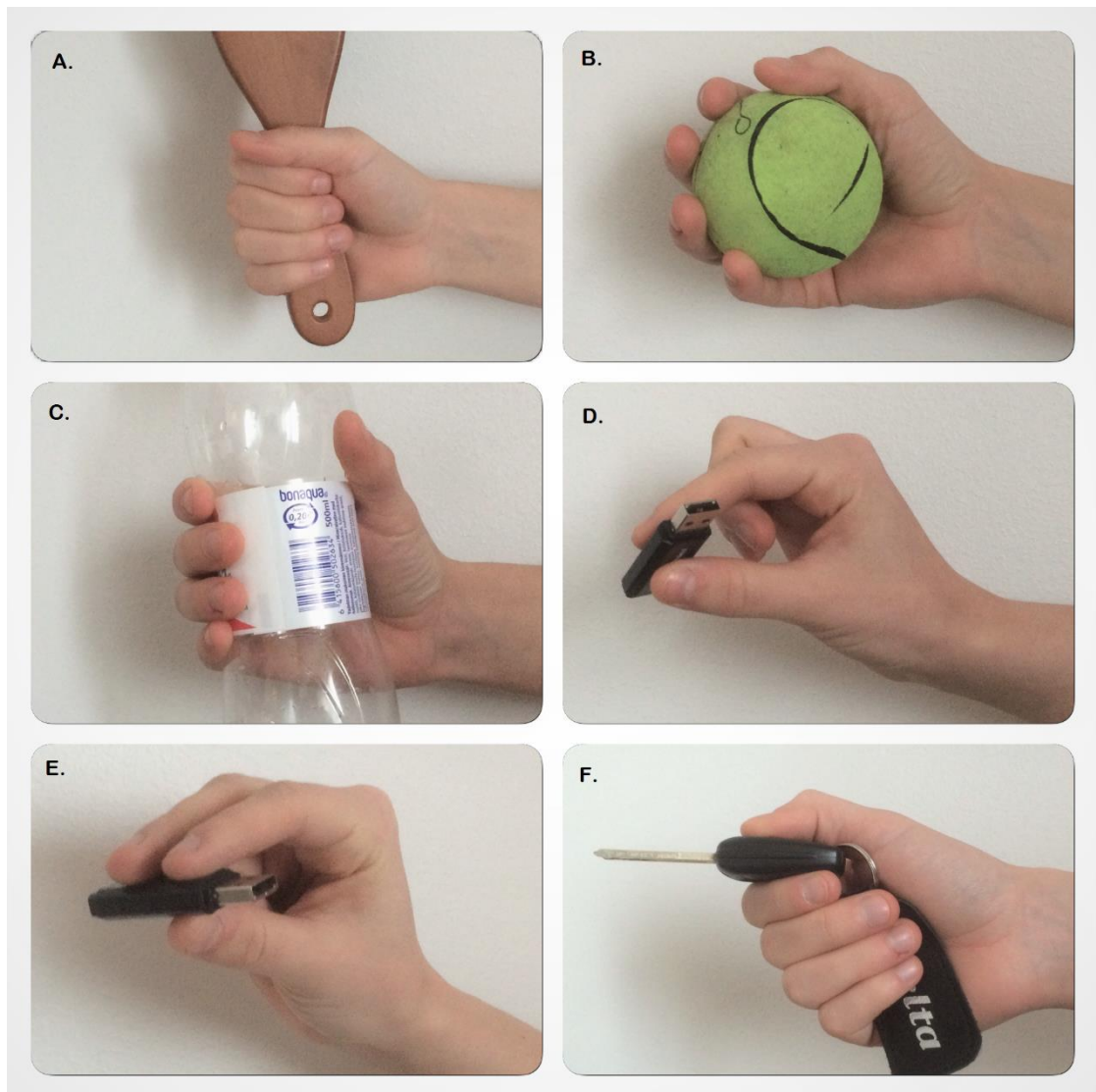
Kurottaessa tarvitaan useamman yläraajan nivelen yhtäaikaista liikettä, joka usein aivoverenkiertohäiriön jälkeen vaikeutuu. Aivoverenkiertohäiriön jälkeen nivelten välinen heikentynyt koordinaatio voi johtaa liikkeiden hajottamiseen osiin, jolloin kuntoutuja suorittaa vain yhden nivelen liikkeen kerrallaan kompensoiden näin heikentynyttä koordinaatiota. Aivoverenkiertohäiriön jälkeen henkilöllä voi olla myös vaikeuksia aktivoida vain kurottamiseen tarvittavat lihakset, jolloin muutkin yläraajan lihakset aktivoituvat johtaen epätarkoituksenmukaisiin massaliikkeisiin. (Shumway-

Cook & Woollacott 2001, 141-143). Heikentynyt koordinaatio eri lihasryhmien välillä kurottaessa voi johtaa myös olkapään ja kyynärvarren yhtäaikaiseen koukistumiseen, olkavarren koukistumisen ja kyynärvarren ojentumisen sijaan (Carr & Shepherd 2010, 134).

Kurottaessa liikkeen ajoittamisen ongelmat voivat näkyä liikkeen aloittamisessa, liikkeen aikana ja liikettä lopetettaessa. Liikkeen aloittamista voivat muun muassa hidastaa puutteellinen lihasaktivaatio, heikentynyt voimantuotto, riittämätön nivelliikkuvuus ja heikentynyt vartalon hallinta. Aivoverenkiertohäiriöön sairastaneelle voi olla myös vaikeaa lopettaa yläraajan liike johtuen heikentyneestä agonistilihaksen voimanhallinnasta tai riittämättömästä antagonistilihaksen lihasvoimasta. (Shumway-Cook & Woollacott 2001, 143.)

Koordinaation ja riittävän lihasvoiman lisäksi kurottaminen edellyttää myös yläraajan riittävää liikkuvuutta. Yläraajan optimaalinen toiminta edellyttää lapaluun kiertoa, kyynärvarren kiertoa, olkavarren ja kyynärvarren koukistusta vähintään 100-120°, ranteen ojennusta sekä sormien ojennusta ja koukistusta (Mts. 2001, 456). Aivoverenkiertohäiriön jälkeen tyypillinen pareettisen yläraajan asento on olkanivelestä sisään kiertyneenä ja lähentyneenä, kyynärvarresta koukussa ja sisään kiertyneenä, ranteen ja sormien ollessa koukussa sekä peukalon ollen lähennyksessä. Jos raajan annetaan jatkuvasti olla tässä asennossa, johtaa se lopulta lihasten lyhenemiseen ja mahdollisiin kivuliaisiin kontraktuuriin. Lyhentyneet ja pareettiset yläraajan lihakset johtavat epänormaaleihin liikemalleihin ja aivoverenkiertohäiriöön sairastaneille onkin kurottaessa tyypillistä vartalon sivutaivutus ja hartian nostaminen olkavarren koukistuksen aikana. (Carr & Shepherd 2010, 134.)

Kurottamisen jälkeen alkaa varsinainen kohteeseen tarttuminen, joka riippuu kohteen sijainnista, muodosta ja koosta. Esineen ominaisuuksien lisäksi tulee huomioida sen käyttötarkoitus, jotta ote on tarkoituksenmukainen. Tarttumisotteita on monenlaisia ja karkeasti ne voidaan jakaa kokokäden otteisiin ja tarkempiin sormien pinsettiotteisiin. Kokokäden otteet voidaan jakaa vielä koukku-, pallo- ja sylinteriotteisiin, kun taas pinsettiotteet tavallisesti jaotellaan kahden- ja kolmen sormen otteeseen sekä avainotteeseen (Kuva 2). (Kauranen 2011, 241.)



Kuva 2. Tarttumisotteet (A. Koukkuote B. Pallo-ote C. Sylinteriote D. Kahden sormen pinsettiote E. Kolmen sormen pinsettiote F. Avainote)

Onnistuneeseen tarttumiseen tarvitaan käden muokkautuminen tartuttavan kohteen ominaisuuksien mukaan ja sormien oikea-aikaista liikettä otteen mahdollistamiseen sekä otteen sulkemiseen. Käden muokkautuminen tarttumista varten tapahtuu jo kohteeseen kurottamisen aikana, jolloin muokkautuminen tapahtuu kohteen ominaisuuksien perusteella näköpalautteen avulla. (Shumway-Cook & Woollacott 2001, 458.) Aivoverenkiertohäiriön jälkeiset koordinaatio, havainnointi ja ajoittamisongelmat voivat aiheuttaa sen, että käden muokkaantuminen ennen tarttumista vaikeutuu, se saattaa tapahtua vasta käden jo ollessa kosketuksessa esineeseen, tai ote voi

olla vääränlainen esineen ominaisuuksiin nähden. Oikeanlaisen otteen muokkautumiseen vaikuttavat myös käden lihasten aktivoituminen ja lihasten mahdollinen lyhentyminen. Aivoverenkiertohäiriön jälkeen sormet ja ranne ovat tyypillisesti koukistuneena ja niiden ojentaminen tarttumista varten on haastavaa. Peukalo on tyypillisesti lähentynyt, mikä vaikeuttaa kämmenen avautumista ja oikeanlaisen otteen muodostamista. Ajoittamisen ongelmat voivat johtaa myös otteen ennenaikaiseen sulkeutumiseen. (Carr & Shepherd 2010, 135-136.)

Aivoverenkiertohäiriön jälkeen ongelmia voi ilmetä myös otteen voimakkuuden säätelmissä, jossa tärkeässä osassa on sormenpäistä saatu tuntopalaute. Taktiillinen palaute antaa informaatiota muun muassa esineen painosta, rakenteesta ja muodosta. (Shumway-Cook & Woollacott 2011, 509.) Voimakkuuden säätelmissä voivat vaikuttaa myös lihasten heikentynyt aktivaatio, joka voi myös heikentää otteen ylläpitämistä (Carr & Shepherd 2010, 142).

Kurottamisen ja tarttumisen lisäksi päivittäisissä toiminnoissa on tärkeää pystyä käsittelemään eri esineitä tarkoituksenmukaisesti. Monien esineiden käyttäminen vaatii sormien tarkkaa liikettä, mikä aivoverenkiertohäiriön jälkeen usein häiriintyy. Aivoverenkiertohäiriöiden jälkeen sormien eriytyneet liikkeet vaikeutuvat, joka vaikeuttaa monien esineiden tarkoituksenmukaista käyttöä. (Carr & Shepherd 2010, 136.) Nykyisin esimerkiksi tietokoneen ja puhelimen onnistunut käyttö vaatii sormien eriytyntä liikettä. Fyysisten toimintarajoitteiden lisäksi esineiden käyttöä voivat vaikeuttaa sairastumisen jälkeiset kognitiiviset ongelmat, esimerkkinä apraksia.

Yläraajan toiminnasta on selkeästi erotettavissa eri motorisia osavaiheita, mutta pelkästään näiden osavaiheiden yhdistäminen ei kuitenkaan riitä takaamaan yläraajan sujuvaa käyttöä päivittäisissä toiminnoissa (Shumway-Cook & Woollacott 2001, 510). Aivoverenkiertohäiriöiden jälkeen yksi yleisimmistä yläraajan toimintaa haittaavista oireista on apraksia, joka ei johdu motorisen tai sensorisen järjestelmän vauriosta. Yläraajan toiminnan osalta apraksiat voidaan jakaa ideomotoriseen ja ideationaaliseen apraksiaan. Ideomotorinen apraksia on liikkeiden toteutusjärjestelmän häiriö, jolloin henkilö kykenee käyttämään esineitä, mutta suoritustapa voi olla normaalista poikkeava. Ideationaalinen apraksia on puolestaan liikesäätelyn käsitejärjestelmän häiriö, jolloin henkilö ei kykene yhdistämään esineitä toimintaan. (Jehkonen & Yliranta 2015, 155.)



### 2.3 Yläraajan toimintakyvyn arviointi

Yläraajan toimintakyvyn arviointiin on useita erilaisia mittareita. Alla on esitelty opinnäytetyön aineistossa esiintyviä kansainvälisiä mittareita. Mittareiden esittelyn tarkoituksena on helpottaa opinnäytetyön tulosten lukemista.

Fugl-Meyer Arm Scale (FMA) arvioi ja mittaa aivoverenkiertohäiriön jälkeistä toipumista. Yläraajan motorisen toiminnan osiosta maksimipistemäärä on 66 pistettä ja jokainen kohta pisteytetään 0-2 välisellä asteikolla, jossa 2 kuvaa parasta tulosta. Motorisen toiminnan osio sisältää koko käsivarren, ranteen ja käden testaamisen. Mitattavia asioita ovat muun muassa refleksit, koordinaatio, lihasten aktivoituminen ja eri tarttumisotteet. Motorisen toiminnan lisäksi testattavia osa-alueita ovat tunto, yläraajan passiivinen liikkuvuus sekä nivelkipu. (Subramanian, Lourenco, Chilingaryan, Sveistrup & Levin 2013, 16.)

Action Research Arm test (ARAT) mittaa tutkittavan kykyä käsitellä eri kokoisia, muotoisia ja painoisia esineitä. Tutkimuksen kokonaispistemäärä on 57 ja kohdat pisteytetään 0-3 välisellä asteikolla. Asteikossa 0 tarkoittaa ettei henkilö pysty suorittamaan tehtävää ja 3 kuvaa normaalia suoritusta. Mittari sisältää 19 eri tehtävää, jotka ovat jaettu neljään eri osioon. Osioissa arvioidaan tarttumista, koko käden ja sormien puristusvoimaa sekä kokonaisvaltaista yläraajan liikettä. (Raad 2014; Yin, Sien, Ying, Chung & Leng 2014, 1110.)

Reaching Performance Scale for stroke (RPSS) mittaa kurottamista ja tarttumista käsivarren ulottuvilla sekä kauempana oleviin esineisiin. Testissä arvioidaan vartalon, olkavarren ja kyynärvarren liikettä, liikkeen tasaisuutta ja otteen laatua. Osiot arvioidaan 4 pisteen asteikolla, jokaisen osion kokonaispistemäärä on 18. (Subramanian ym. 2013, 16.)

The Wolf-Motor Function test (WMFT) mittaa yläraajan karkeamotoriikkaa toiminnallisissa ja ajallisissa tehtävissä. Testin alkuperäinen versio sisältää 21 osiota, mutta yleisimmin käytetty versio sisältää 17 osiota. Jokainen kohta pisteytetään asteikolla 1-6, jossa 6 vastaa normaalia toimintaa. Osiot mittaavat suoritusaikaa, lihasvoimaa ja liikkeiden laatua. (Figueiredo, 2011)

Jebsen-Taylor Hand Function test (JHFT) mittaa yläraajan toimintaa yhden käden päivittäisissä toiminnoissa. Mittarissa on 7 osiota; kirjoittaminen, korttien kääntäminen, pienten esineiden poimiminen, palikoiden kasaaminen, syömisen jäljitteleminen, kevyiden esineiden siirtäminen ja raskaiden esineiden siirtäminen. Jokaisessa osiossa mitataan henkilön suoritus-aika, maksimian ollessa 120 sekuntia. Testin kokonaispistemäärä saadaan laskemalla osioiden suoritusajat yhteen. Pienempi suoritus-aika kuvaa parempaa yläraajan toimintakykyä. (McDermott, 2012; Lee, Kim & Lee 2014, 361.)

The upper limb motricity index: iä voidaan käyttää motorisen toiminnan arvioinnissa. Testi sisältää kolme osiota, joihin kuuluvat kyynärvarren koukistus, olkavarren loiton-nus ja kahden sormen pinsettiote. Osiot pisteytetään 0-33 pisteen väliltä ja korke-ammatt pisteeet kuvaavat parempaa motorista toimintaa. (Bohannon, R. 1999, 59.)

Brunnstromin asteikkoa käytetään kuntoutuksen etenemisen arviointiin. Asteikossa on kuusi perättäistä luokkaa motorisen toimintakyvyn mukaan. Ensimmäinen aste kuvaa toipumisen alkua ja se on luokiteltu veltohalvaukseksi. Viimeinen aste puoles-taan kuvaa normaalia toimintakykyä. Asteikkoa voidaan käyttää sekä yläraajan, että alaraajan kuntoutumisen etenemisen arviointiin. (Yavuzer, Senel, Atay & Stam 2008, 240; )

Box & Block (BBT) testiä käytetään yläraajan karkeamotoriikan ja käden taitavuuden mittaamiseen. Tutkittavan tulee siirtää yhdellä kädellä puupalikoita mahdollisimma nopeasti laatikosta toiseen minuutin ajan. Palikat tulee siirtää yksi kerrallaan, otetta ei testissä määritellä, vaan tutkittava saa käyttää haluamaansa otetta palikoihin tart-tumisessa. (Raad 2015.)

Grooved Pegboard test (GPT) mittaa yläraajan hienomotorista taitoa ja visuaalista hahmottamista. Testi sisältää 25 sylinteriä, joiden päässä on neliönmuotoiset ulok-keet ja laudan, jossa on sylintereitä vastaavat kolot. Testattavan tulee asettaa sylinte-rit mahdollisimman nopeasti laudassa vastaaviin koloihin, jotka osoittavat satunnai-nessa järjestyksessä eri suuntiin. (Lee ym. 2014, 362.)

Jamar Plus puristusvoimavälineistöä käytetään koko käden ja sormien puristusvoi-man mittaamiseen. Puristusvoima mitataan testattavan istuessa selkä tuettuna, ol-kavarsi neutraalissa asennossa vartalon vierellä, kyynärnivel 90° kulmassa. Ranne

tulee olla neutraalissa asennossa ja mittarin otekahva tulee säätää testattavan käteen sopivaksi. Ohjeistuksesta riippuen mittauksia tehdään 2-3, joista paras kirjataan tulokseksi. Puristuksen tulee olla maksimaalinen puristus, jonka kesto on n. 3-5 sekuntia ja puristusten välissä on hyvä pitää taukoa. (Käden puristusvoima 2014.) Sormien puristusvoimaa mitataan omalla mittarillaan, jolla voidaan mitata kahden sormen pinsettiote, kolmen sormen pinsettiote ja avainote (Lee ym. 2014, 362).

Digital manual muscle test (DMMT) on lihasvoiman mittaamiseen käytetty digitaalinen mittari. Mittaria voidaan käyttää esimerkiksi kyynärvarren ojennus- ja koukistusvoiman mittaamiseen. Testattavan henkilön tulee pyrkiä pitämään yläraajaa paikallaan vastusta vastaan 5 sekunnin ajan. (Mts. 2014, 362.)

Ashworth Scale mittaa lihasten spastisuutta nivelen passiivisessa liikkeessä. Testissä tutkija liikuttaa niveltä vaihtelevilla nopeuksilla. Arviointi suoritetaan asteikolla 0-4, jossa 0 tarkoittaa normaalia lihasjänteystä. (Rehab Measures: Ashworth Scale / Modified Ashworth Scale 2010.)

Compositiy Spasticity Index (CSI) mittaa ylä- ja alaraajojen spastisuutta. Testi sisältää kolme osiota, joita ovat jännerefleksien testaaminen, spastisuuden testaaminen nivelen passiivisessa liikkeessä (>100° sekunnissa) ja klonuksen testaaminen ranteen tai nilkan nopealla toistetulla passiivisellä liikkeellä. Spastisuuden arvioinnissa käytetään Ashworthin asteikkoa 0-4. (McDermott 2012.)

Motor Activity Log (MAL/MALQOM) testissä kuntoutujan tulee itse arvioida eri liikkeiden laatua ja määrää päivittäisissä toiminnoissa. Mittarista on kolme eri versiota; MAL, MAL28, MAL14. Riippuen siitä mitä mittaria käytetään, kuntoutujan tulee arvioida liikkeitä 30:ssä, 28:ssa tai 14:sta eri päivittäisessä toiminnossa. Jokainen kohta arvioidaan asteikolla 0-5, jossa 5 kuvaa normaalia toimintaa. Toiminnot sisältävät esineiden käsittelyä (esim. kynä, haarukka tai muki) sekä yläraajan käyttöä karkeamotorisissa toiminnoissa (esim. siirtymiset, asennon tasapainottaminen). (Raad 2014.)

Functional Independence Measure (FIM) mittaa toimintarajoitteen astetta ja henkilön päivittäisissä toiminnoissa tarvitsemää avun määrää. Mittari sisältää kuusi aihealuetta, joita ovat itsestä huolehtiminen, pidätyskyky, liikkuminen, liikkuvuus, kommunikointi ja sosiaaliset taidot. Osiot sisältävät 13 motorista toimintoa ja 5 kog-

nitiivista toimintoa. Testin kokonaispistemäärä on 126 ja jokainen osio pisteytetään asteikolla 1-7, jossa 7 kuvaa täysin itsenäistä toimintaa. (Yavuzer ym. 2008, 240.)

ABILHAND Scale on puolistrukturoitu kyselylomake, joka sisältää 23 kaksikäristä toimintoa. Henkilön tulee arvioida suoriutumistaan näistä toiminnoista viimeisten 3 kuukauden aikana ja valita seuraavista vaihtoehdoista kuvaavin; 0 (ei pysty tekemään), 1 (vaikeaa) tai 2 (helppoa). Jos henkilö ei ole tehnyt jotakin toimintoa viimeisten 3 kuukauden aikana, jätetään ne kohdat pisteyttämättä. Mitä suurempi testin kokonaispistemäärä on, sitä parempi henkilön toimintakyky on. (McDermott 2012.)

Stroke Impact scale on kyselylomake, jolla arvioidaan henkilön terveydentilaa aivoverenkiertohäiriön jälkeen. Lomakkeessa on 59 kohtaa, jotka jakautuvat 8 isompaan osioon; voima, käden toiminta, päivittäiset toiminnot, liikkuvuus, kommunikaatio, tunne-elämä, muisti ja ajattelevuus sekä osallistuminen. Kuntoutujan tulee arvioida suoriutumistaan näistä toiminnoista ja arvioida toiminto 0-5 asteikolla toiminnan haastavuuden mukaan. (Raad 2014)

Canadian occupational performance measure (COPM) on tarkoitettu arvioimaan henkilön itse kokemaa suoriutumista eri toiminnoista. Arviointiin kuuluu 5 vaiheinen puolistrukturoitu haastattelu, jossa keskitytään tutkittavalle merkityksellisiin toimintoihin. (Learn to use the COPM 2017.)

### **3 Kuntoutus**

Aivoverenkiertohäiriöiden jälkeisessä kuntoutuksessa pyritään palauttamaan sairastuneen henkilön toimintakyky ja omatoimisuus mahdollisimman lähelle lähtötasoa ennen sairastumista sekä ehkäisemään sairauden aiheuttamia mahdollisia sekundaarisia komplikaatioita (Stokes & Stack 2010, 15). Jokaiselle potilaalle tehdään mahdollisuuksien mukaan ensimmäisen viikon aikana sairastumisesta kuntoutusarvio, jossa arvioidaan fyysisen, kognitiivisen ja psykososiaalisen kuntoutuksen tarvetta (Aivoinfarkti ja TIA 2016). Aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksen on todettu olevan vaikuttavampaa moniammatillisessa aivoverenkiertohäiriöihin erikoistuneessa kuntoutus-

yksikössä kuin tavallisella vuodeosastolla, moniammatillisessa kuntoutusyksikössä henkilön hoitoajan vähentyen n. 30%. (Jäkälä 2011).

Kuntoutus jaetaan varhaisvaiheen ja myöhäisvaiheen kuntoutukseen. Varhaisvaiheen kuntoutukseen kuuluvat sairauden akuutti- ja subakuuttivaihe. Akuuttivaiheella tarkoitetaan tilaa, jolloin potilaan tila ei ole vakiintunut. Potilaan tilan ollessa vielä epävakaa, huolehditaan lähinnä asentohoidosta, jolla ehkäistään vartalon ja raajojen toimintahäiriöitä. Kuntoutujan aktiivisuuden aloittaminen varhaisessa vaiheessa on kuitenkin tärkeää ja se tulisi aloittaa mahdollisimman varhain potilaan tilan salliessa. (Aivoinfarkti ja TIA 2016.)

Subakuutissa vaiheessa potilaan tila on jo vakaa ja aktiivinen kuntoutus voidaan aloittaa. Kuntoutuksessa pyritään minimoimaan mahdollisten toimintarajoitteiden vaikutusta henkilön motoriseen suoriutumiseen ja itsenäiseen suoriutumiseen. Subakuutissa vaiheessa kuntoutuminen on nopeinta, jatkuen potilaasta riippuen kolmesta kuuteen kuukauteen. Myöhäisvaiheen, eli kroonisen vaiheen kuntoutus riippuu potilaan toimintakyvystä, avokuntoutuksella voidaan saavuttaa positiivisia kuntoutustuloksia ainakin vuoden ajan aivoinfarktista. Jotkut saattavat tarvita vuosia kestäväää kuntoutusta kotona selviämisen tueksi. (Mts. 2016.)

### 3.1 Hermoston plastisuus ja motorinen oppiminen aivoverenkiertohäiriön jälkeen

Aivoverenkiertohäiriöt aiheuttavat lähes aina aivoalueisiin iskeemisiä vaurioita huolimatta siitä onko kyseessä aivoaltimon tukkeuma vai repeämä. Aivoverenvuodoissa valtimosta vuotanut veri voi painaa muita kudoksia ja heikentää veren virtaamista alueelle, aiheuttaen lopulta iskeemisiä vaurioita. Tietyn aivoalueen kärsiessä iskemiasta, sen hermosoluja tuhoutuu pysyvästi. (Stokes & Stack 2012, 12.) On kuitenkin todettu, että ihmisen aivot säilyttävät kyvyn muovaantua läpi elämän, jopa aivojen vaurioituessa (Carr & Shepherd 2010, 3). Vaikka hermosolut eivät uusiudu, kuntoutuksen ja toistojen avulla hermoverkot voivat järjestäytyä uudelleen ja luoda uusia yhteyksiä tai jo olemassa olevat yhteydet voivat muovaantua kompensoimaan vaurion aiheuttamaa toimintarajoitetta (Äkillisten aivovaurioiden jälkeinen kuntoutus 2008). Hermoston muovaantuvuus mahdollistaa aivoverenkiertohäiriön jälkeisen

spontaanin toipumisen ja harjoittelulla voidaan muokata ja tehostaa sitä (Yukihiro 2015, 4).

Aivojen vaurioitumisen jälkeisen toipumismekanismin tiedetään olevan monimutkainen, siihen liittyy sekä anatomisia että toiminnallisia muutoksia. Keskushermoston muovaantumisen ja toipumisen mekanisme ei kuitenkaan täysin tiedetä, mutta aivojen kuvantamisella on voitu havaita tiettyjä aivoissa tapahtuvia muutoksia. (Carr & Shepherd 2010, 6). Yukiron (2015, 6-7) mukaan toipumismekanismissa on kolme päävaihetta: vauriokohtaan yhteydessä olevien aivokuoren alueiden herkistyminen, vähentynyt aivopuoliskojen välinen aktivaatio ja somatotooppiset muutokset vaurioitumattomilla aivokuoren alueilla. Aivokuoren alueiden herkistyminen ilmenee useilla aivokuoren alueilla, alkaen vaurion jälkeisinä päivinä kestäen noin kuukauden ajan. Aivopuoliskojen väliseen vähentyneeseen aktivaatioon vaikuttaa vaurion vastakkaisen aivopuolen lisääntynyt aktivaatio, jolloin aivopuoliskojen välinen tasapaino heikentyy. Somatotooppisissa muutoksissa vaurioitumattomat aivokuoren alueet muuttavat toimintaansa ja ottavat hoitaakseen aivoverenkiertohäiriössä vaurioituneiden tai menetettyjen alueiden toimintoja.

Hermoston muovaantumista ja kuntoutusta tehostaa kuntoutuksen varhainen aloittaminen, toistojen ja kuntoutusjaksojen lukumäärä sekä harjoitteluun käytetty kokonaisaika (Jäkälä 2011). Tutkimusten mukaan vähintään viikon kuluessa aivoverenkiertohäiriöstä aloitettu aktiivinen kuntoutus on tehokkaampaa kuin sitä myöhemmin aloitettu kuntoutus (Aivoinfarkti ja TIA 2016). Intensiteetin lisäksi merkittäviä tekijöitä motorisen oppimisen kannalta ovat myös harjoiteltavat liikkeet ja niistä saatu palaute sekä harjoitteluympäristö (Levin, Snir, Liebermann, Weingarden & Weiss 2012, 2).

Harjoiteltavien liikkeiden tulisi olla kuntoutujalle merkityksellisiä ja tarpeeksi haastavia, sillä motivaatio ja keskittyminen tehtävään on olennaista oppimisen kannalta. Liian helpoissa tehtävissä keskittyminen helposti herpaantuu ja puolestaan liian vaikeat tehtävät voivat turhauttaa kuntoutujaa ja näin ollen heikentää motivaatiota ja keskittymistä. (Carr & Shepherd 2010, 37-38.)

Tehtäväkeskeisen harjoittelun on todettu olevan tehokas kuntoutusmuoto, jolla voidaan tehostaa hermoston uudelleen muovautumista. Tehtäväkeskeisessä harjoitte-

lussa toimintakykyä pyritään parantamaan toiminnallisilla harjoitteilla toistojen ja tavoitteiden kautta. Tehtäväkeskeisissä harjoitteissa keskitytään harjoittelemaan tavoiteltua toimintaa, sen sijaan, että keskityttäisiin toimintarajoitteeseen, kuten esimerkiksi lihasheikkouteen ja sen vahvistamiseen. (Hubbard, Parsons, Neilson & Carey 2009, 176.) Tehtäväkeskeisessä harjoittelussa on tärkeää harjoitella juuri sitä toimintoa mikä halutaan oppia, esim. istumasta seisomaannousu. Toiminnan harjoittelu kokonaisuutena on olennaista, sillä esimerkiksi lihasten aktivoituminen, ajoittaminen ja lihassupistuksen tyyppi riippuvat tehtävästä ja sen asiayhteydestä. Pelkäämään toistot joilla ei ole halutun toiminnan kannalta merkitystä ovat merkityksettömiä ja pelkäämään niillä ei saada aikaan muutoksia aivokuorella. (Mts. 2009, 176; Carr & Shepherd 2010, 17.)

Motorisen oppimisen kannalta myös suorituksista saatu palaute on tärkeää. Carr ja Shepherdin (2010, 40) mukaan Magill (2001) jakaa palautteen eri aistihavaintoihin perustuvaan palautteeseen sekä ulkopuoliseen palautteeseen, joka saadaan esimerkiksi terapeutilta tai erilaisilta palautelaitteilta. Ulkopuolinen palaute sisältää palautteen tuloksista sekä itse suorituksesta, siitä kuinka tulokset ovat saavutettu. Palaute suorituksesta on tärkeä osa motorista oppimista, sillä tavoin kuntoutuja tulee tietoiseksi mitä seuraavalla kerralla tulisi tehdä eritavoin ja näin ollen voidaan välttää muun muassa vääränlaisten liikemallien oppiminen. (Levin, Weiss & Keshner 2015.) Palaute voi myös motivoida kuntoutujaa ja auttaa keskittymään harjoitteisiin. Palautetta ei kuitenkaan tulisi antaa jatkuvasti, muutoin kuntoutuja ei välttämättä opi itse tunnistamaan virheellisiä suorituksia tai liikemalleja, vaan tulee riippuvaiseksi ulkopuolisesta palautteesta. (Carr & Shepherd 2010, 40-41.)

Ympäristön merkitystä hermoston muovaantumisessa on tutkittu useissa eläinlajeissa ja niissä on todettu, että aktivoivassa ympäristössä elävillä eläimillä tapahtuu enemmän anatomisia, fysiologisia, biokemikaalisia ja käytöksen muutoksia kuin virikkeiltään köyhemmässä ympäristössä asuvilla eläimillä. (Mts. 9.) Johansson (2000, 225) uskoo tämän perustuvan neurotrofisiin tekijöihin, eli hermosolujen kuolemaa estäviin molekyyleihin, jotka voivat mahdollisesti pelastaa joitakin hermosoluja aivoverenkiertohäiriön jälkeen.

## 3.2 Yläraajan kuntoutus

Aivohalvauksen jälkeen kuntoutus usein keskittyy kävelyharjoituksiin, jolloin parettinen käsi jää usein vähemmälle huomiolle. Kuntoutujat usein käyttävät myös pelkätään tervettä kättään, jolloin heikomman käden käyttö jää vähäiseksi. (Sivenius, Puurunen, Tarkka & Jolkkonen 2002.) Vaikka heikentyneen puolen yläraaja palautuisikin toiminnalliseksi, saattavat jotkut kuntoutujat käyttää silti vain tervettä puoltaan, sillä vaurioituneen puolen yläraajan liikkeet voivat olla hitaampia, epätarkempia ja sen käyttö vaatii enemmän vaivaa (Carr & Shepherd 2010, 149.)

Aivoverenkiertohäiriön jälkeiseen yläraajan kuntoutukseen on kuitenkin olemassa monia erilaisia menetelmiä, jotka pääosin perustuvat aivovaurion puoleisen liikeaivokuoren aktiivisuuden lisäämiseen ja vaurion vastakkaisen puolen liikeaivokuoren aktiivisuuden vähentämiseen. Yläraajan kuntoutusta toteuttavat pääsääntöisesti fysio- ja toimintaterapeutti, mutta myös muut ammattilaiset tai läheiset voivat ohjata harjoitteita sairastuneelle. Eri harjoitusmenetelmiä käyttö aloitetaan usein vasta sairauden subakuutti vaiheessa, mutta niitä voidaan osittain käyttää jo akuuttivaiheessa. (Aivoinfarkti ja TIA 2016.)

Käden tehostetun käytön kuntoutuksessa (constraint induced movement therapy/CIMT) tavoitteena on oppia pois parettisen raajan käyttämättömyydestä, estämällä terveen raajan käyttö. Kuntoutus perustuu toistuvaan ja pitkäkestoiseen parettisen käden harjoittamiseen. Menetelmän mukaisesti kuntoutuksen keston tulisi olla 6 tuntia päivittäin, jolloin terveen yläraajan käyttö estetään käyttämällä kantosidettä tai erilaisia lastoja (Stokes & Stack 2012, 256; 359). Menetelmän on tutkitusti todettu parantavan toimintakykyä subakuuteilla ja kroonisilla aivoinfarktipotilailla (Hiekkala 2016).

Peiliterapian käyttö perustuu visuaalisen palautteen hyväksikäyttöön liikkeen aikaansaamiseksi (Mts. 2016). Peiliterapian yksi mahdollinen neurologinen perusta on aivojen peilisolujärjestelmä. Peilisolujen tehtävänä on oikean ja vasemman puolen erottaminen. Terapiassa peili asetetaan henkilön eteen midsagittaalitasoon siten, että henkilön kädet ovat molemmin puolin peiliä. Henkilön liikuttaessa terveen puolen kättä hän näkee peilikuvana sen liikkeen, jolloin näyttää ikään kuin halvaantunut raajakin liikkuisi. Tällä tavoin saadaan aktivoitua myös halvaantuneen puolen peilisoluja.



Liikkeen havainnoimisen katsotaan myös stimuloivan liikkeessä tarvittavaa motorista prosessia. (Lowe 2015).

Mielikuvaharjoittelu voi auttaa potilasta keskittymään ja kohdistamaan tarkkaavuu-  
tensa haluttuun tehtävään. Mielikuvaharjoittelu voi olla hyödyllistä etenkin niille po-  
tilaille, joiden ei ole mahdollista harjoitella jotakin tehtävää fyysisesti. Potilas kyke-  
nee itsenäiseen harjoitteluun, kun hän on ensin esimerkiksi nähnyt mallisuorituksen,  
jolloin hän kykenee palauttamaan oikean suoritustavan mieleensä. (Carr & Shepherd  
2010, 150.)

Kaksikäinen harjoittelu perustuu oletukseen, että yläraajojen samanaikainen liike  
aktivoi samoja hermoverkkoja molemmilla aivopuoliskoilla, edistäen hermoston  
muovautumista ja parantaen pareettisen käden motorista kontrollia (McDermott &  
Korner-Bitensky 2012). Kaksikäisessä harjoittelussa tehdään samoja liikkeitä saman-  
aikaisesti molemmilla yläraajoilla. Menetelmästä on useita muunnelmia, joissa voi-  
daan käyttää apuna esimerkiksi robotiikkaa pareettisen yläraajan liikkeiden avusta-  
miseksi (Hiekkala 2016).

Aivoverenkiertohäiriöiden jälkeisiin toimintarajoitteiden hoitoon on olemassa myös  
erilaisia elektroterapiamenetelmiä. Toiminnallista sähköstimulaatiota (FES) käytetään  
liikkeen tuottamiseen tai sen vahvistamiseen (Stokes & Stack 2012, 258). Tutkimus-  
ten mukaan toiminnallinen sähköstimulaatio saattaa lisätä yläraajan toimintaa aivo-  
verenkiertohäiriön sairastaneilla (Hiekkala 2016). Yläraajan spastisuutta voidaan hoi-  
taa kutaanistimulaatiolla, jolla johdetaan sähkövirtaan käteen hanskaelektrodin kaut-  
ta (Roine 2011, 12). Kutaanistimulaatiota voidaan käyttää apuna myös tahdonalaisen  
lihastoiminnan palauttamisessa ja kivun lievittämisessä (Peurala, Pitkänen, Sivenius &  
Tarkka 2002, 710; Kubsch, Neveau & Vandertie 2000, 27). Stimuloimalla ihon ja lihas-  
ten aistisoluja sekä lihassupistuksen aikaansaavia liikehermoja, voidaan edesauttaa  
hermoston uudelleen järjestäytymistä ja lisätä säilyneiden aivokuorenaalueiden aktii-  
visuutta (Peurala ym. 2002, 710). Kutaanistimulaation käyttö kivunlievittämisessä  
perustuu porttikontrolliteoriaan, jossa vaikuttamalla aistihermoihin pyritään estä-  
mään kipuviestien välittyminen aivoihin (Kubsch ym. 2000, 27).

Aivojen stimulaatiolla pyritään tasapainottamaan aivopuoliskojen välistä aktivaatiota joko vähentämällä terveen aivopuoliskon yliaktiivisuutta tai lisäämällä vaurioituneen puolen aktiivisuutta (Hiekkala 2016). Transkraniaalisessa magneettistimulaatiossa (*TDS*) pyritään keskushermoston stimuloimiseen nopeasti muuttuvilla sähköpulsseilla, jotka aiheuttavat magneettikentän muutoksen. Sähköpulssit aikaansaadaan pään päällä pidettävällä stimulaatiokelalla. Stimulaatiota voidaan tehdä eri pulssimuodoilla, joita ovat yksipulssinen, kaksipulssinen, parillinen pulssi ja toistopulssi. (Kagan, Bouchard-Cyr, Boudreau, Brais, Hotte, Paré, Prévile & Proulx 2012.) Transkraniaalisessa sähköstimulaatiossa (*tDCS*) stimulaatio aikaan saadaan kahdella päähän asetettavalla elektrodilla ja sen vaikutukset katsotaan olevan samanlaiset kuin magneettistimulaatiossa. (Hiekkala 2016)

Robottivusteinen yläraajan kuntoutus mahdollistaa yläraajan harjoitteiden tekemisen sellaisillekin potilaille joilla on vain vähän lihasaktiivisuutta. Laitteen antamaa avustusta voidaan lisätä tai vähentää potilaan edistymisen mukaan (Carr, Shepherd 2010, 152). Robottivusteisen kuntoutuksen hyödyistä on vielä melko vähän tutkimuksia, mutta julkaistujen tutkimusten mukaan se voi lisätä kuntoutujan lihasvoimaa ja motorista suorituskykyä, mutta se ei lisää päivittäisistä toimista selviytymistä (Peurala, 2010).

## 4 Virtuaalitodellisuusympäristö

Virtuaalitodellisuudella tarkoitetaan tietokoneella luotua ympäristöä, jossa käyttäjä on vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa (Burdea & Coiffet 2003, 2).

Virtuaalitodellisuudesta puhuttaessa voidaan puhua myös lisätystä todellisuudesta (augmented reality) tai sekoitetusta todellisuudesta (mixed reality). Näillä tarkoitetaan virtuaalitodellisuuden ja todellisuuden yhdistämistä, jolloin esimerkiksi todelliseen ympäristöön voidaan lisätä erilaisia virtuaalisia objekteja esimerkiksi kännykän näytön kautta. (Gutierrez, Vexo & Thalmann 2008, 117.)

Yksi virtuaalitodellisuuden avaintekijöitä on reaaliaikainen interaktiivisuus, eli tietokone kykenee havaitsemaan käyttäjän toiminnot ja samanaikaisesti

mukauttamaan virtuaalitodellisuutta vastaamaan näitä toimintoja (Burdea & Coiffet 2003, 2). Virtuaalitodellisuus perustuu todellisuuden jäljittelemiseen ja usein tärkeimmässä osassa on visuaalinen jäljittelemineen. Visuaalisuuden lisäksi tärkeinä osina havaintokokemuksiamme ovat myös erilaiset äänet ja tuntopalautteet, joten myös nämä pyritään huomioimaan virtuaalitodellisuusmaailmoja luodessa. Aisteihin kuuluvat haju- ja makuaisti ovat myös tärkeitä jokapäiväisessä elämässämme, mutta virtuaalitodellisuudessa niitä on vaikeampi toteuttaa kuin muita. (Gutierrez ym. 2008, 2.)

Virtuaalitodellisuuden keskeisimmät tekijät ovat immersio ja läsnäolo, nämä ovat läheisiä käsitteitä, joissa molemmissa tarkoitetaan peliin syventymistä. Immersiolla tarkoitetaan sitä kuinka todentuntuinen virtuaalitodellisuusympäristö on. Immersion saavuttamiseen vaikuttavat virtuaalitodellisuuden luomiseen käytettävät laitteet ja sovellukset. Mitä enemmän eri aistiärsykeitä virtuaaliympäristö tarjoaa, sitä enemmän käyttäjä syventyy tähän keinotekoiseen ympäristöön. (Weiss, Rand, Katz & Kizony 2004; Gutierrez ym. 2008, 3.)

Virtuaaliympäristöjä voidaan luokitella eri tavoin, Gutierrez ja muut (2008, 3) luokittelevat ne immersion perusteella kolmeen eri luokkaan, joita ovat: täysin immersoivat, semi-immersoivat ja ei immersoivat. Luokittelu perustuu siihen kuinka todentuntuinen virtuaaliympäristö on, eli huomioitavia asioita ovat nähtävät, kuultavat ja kosketeltavat asiat. Läsnäololla tarkoitetaan henkilön subjektiivista kokemusta virtuaalitodellisuudesta, johon vaikuttavat virtuaalitodellisuuden sekä henkilön ominaisuudet. Läsnäolo katsotaan saavutetuksi kun henkilö kokee olevansa virtuaalitodellisuusympäristössä ja toimii siellä samoin kuin oikeassakin elämässä, ollen kuitenkin tietoinen ettei ympäristö ole todellinen. (Gutierrez ym. 2008, 3.)

Virtuaalitodellisuusympäristön luomiseen käytettäviä laitteita on saatavilla yksinkertaisimmista tietokonepohjaisista laitteista huoneenkokoisiin laitteisiin. Yksinkertaisimmat laitteet koostuvat usein tietokoneen tai television näytön kautta pelattavasta videopelistä. (Brochard, Robertson, Medee, Remy-Neris 2010, 684). Tietokone- ja televisio näyttöä hyödyntävistä laitteista puhutaan ei immersoivina laitteina, joissa käyttäjä on vuorovaikutuksessa virtuaalitodellisuuden kanssa esimerkiksi tietokoneen hiiren tai näppäimistön kautta (Gutierrez ym. 2008, 2).

Semi-immersioivat laitteet koostuvat usein isoista valkokangas näytöistä ja 3D stereolaseista ja projektorista, joka heijastaa virtuaalitodellisuusympäristön näytöille. Semi-immersioivia laitteita ovat muun muassa lentosimulaattorit, joissa esimerkiksi lentokoneen ohjain sekä istuin ovat todellisia ja valkokankaalle heijastuva näkymä virtuaalitodellisuutta (Semi-immersive virtual reality environments n.d.). 3D-laseja käyttävissä semi-immersioivissa laitteissa käyttäjä näkee virtuaalitodellisuuden näytössä, mutta virtuaalitodellisuus ei ympäröi käyttäjää kokonaan toisinkuin immersioivissa laitteissa (Gutierrez ym. 2008, 135).

Huipputeknologisia laitteita puolestaan ovat erilaiset päähän asetettavat näytöt (head-mounted displays), jolloin puhutaan virtuaalikypäristä (kuva 3.), joita on saatavilla useita erilaisia. Virtuaalikypäret luokitellaan täysin immersioiviksi laitteiksi, jotka kokonaan eristävät käyttäjän näkökentän todellisesta maailmasta.

Virtuaalikypät mahdollistavat kahden erilaisen kuvan näyttämisen kumpaankin silmään, tämä mahdollistaa stereoskopisten kuvien näyttämisen. Tällätavoin pyritään luomaan vastine ihmisen syvyysnäköaistille ja saamaan ympäristöstä todellisempi. Ihmisen silmien näkökenttä on n. 180°, mutta useimmissa virtuaalikypäristä näkökenttä on ainoastaan 25-45°. Tämä voi aiheuttaa joillekin käyttäjistä epämukavuuden tunnetta ja myös pahoinvointia. (Gutierrez ym. 2008, 130.)

Virtuaalikypäristä on usein myös kuulokkeet, jotka mahdollistavat visuaalisen kokemuksen lisäksi myös auditiivisen kokemuksen. Kypäristä on myös seurantalaitte, jonka avulla virtuaalitodellisuuden kuvakulma vaihtuu käyttäjän pään liikkeiden mukaisesti. (Mts. 2008, 130.)

Virtuaalikypäristä lisäksi täysin immersioiva laite on CAVE-järjestelmä, jossa kokonainen huone toimii näyttölaitteena. Käyttäjän päässä oleva seurantalaitte mahdollistaa kuvan mukauttamisen kullekin seinäpinnalle vastaamaan käyttäjän perspektiiviä, luoden illuusion virtuaalitodellisuudessa olemisesta. CAVE järjestelmässä todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden objektit sekoittuvat, jolloin käyttäjä näkee oman kehonsa vuorovaikutuksessa virtuaalitodellisuuden kanssa. (Gutierrez ym. 135-136.)

Käyttäjän toimimisen ja eri tehtävien suorittamisen virtuaalitodellisuudessa mahdollistavat yleensä erilaiset käsissä pidettävät ohjaimet tai ihoon asetettavat

elektromagneettiset liiketunnistimet. On myös olemassa erilaisia käteen asetettavia hanskoja (DataGloves), jotka vuorovaikutteisuuden lisäksi mahdollistavat tuntopalautteen saamisen. Lisäksi on olemassa laitteita, jotka voivat avustaa tai vastustaa käyttäjän liikkeitä. (Mts. 2008, 148;166).

#### 4.1 Virtuaalitodellisuuden käyttö kuntoutuksessa

Virtuaalitodellisuuteen käytettävä teknologia on ollut saatavilla jo vuosikymmeniä, mutta vasta 1990-luvun lopulla alettiin tutkia sen käyttömahdollisuuksia sairauksien tutkimisessa ja kuntoutuksessa. Samalla alkoi kuntoutukseen tarkoitetun teknologian kehittäminen. (Weiss ym. 2004.) Virtuaalitodellisuuden käyttö kuntoutuksessa perustuu runsaaseen sensorimotoriseen harjoitteluun, adaptiiviseen oppimiseen ja virtuaalitodellisuuden mahdollistamaan monipuoliseen ja motivoivaan harjoitteluympäristöön. Virtuaalitodellisuudessa yhdistyvillä visuaalisilla, somatosensorisilla sekä auditiivisilla palautteilla pyritään edistämään hermoverkkojen uudelleen järjestäytymistä. (Brochard ym. 2010, 684.)

Virtuaalitodellisuutta on käytetty paljon eri terveystieteissä. Virtuaalitodellisuutta on muun muassa hyödynnetty erilaisten kognitiivisten ja metakognitiivisten taitojen tutkimisessa ja kuntoutuksessa, fobioiden hoidossa sekä erilaisissa kirurgisissa toimenpiteissä. Fysioterapiassa virtuaalitodellisuuden käyttöä on tutkittu muun muassa erilaisten neurologisten sairauksien yhteydessä, kuten aivovamma ja Parkinson potilailla sekä CP-vammaisten lasten kanssa. (Gutierrez ym. 2008, 165-168.)

#### 4.2 Virtuaalikuntoutuksen hyödyt

Virtuaalitodellisuus tarjoaa monia hyviä kuntoutukseen soveltuvia ominaisuuksia, kuten erilaisten kokemusten mahdollistaminen, aktiivinen oppiminen, turvallisuus ja mahdollisuus muokata tehtäviä yksilön kykyjen mukaan (Weiss ym. 2004). Virtuaaliympäristössä harjoittelussa yhdistyvät harjoittelun intensiteetti, muunneltavuus, vuorovaikutteisuus ja motivaatio, jotka ovat olennaisia tekijöitä motorisessa oppimisessa (Subramanian ym. 2013,13).

Virtuaalikuntoutus mahdollistaa intensiivisen tehtäväkeskeisen harjoittelun, joka mahdollistaa myös kuntoutujan omatoimisen harjoittelun (Kottink, Prange, Krabben,

Rietman & Buurke 2014). Virtuaalitodellisuudessa voidaan harjoitella monia päivittäisiä toimintoja kuten esimerkiksi tienlylystä tai ostosten tekoa (Levin ym. 2015, 421). Harjoitteita voidaan muokata kuntoutujan toimintakyvyn mukaan, muun muassa muuttamalla virtuaaliesineiden kokoa, muotoa ja sijaintia tai muuttamalla ärsykkeiden nopeutta. Kuntoutujan suorituskyvyn parantuaessa ympäristöä voidaan muokata vaikeammaksi, jolloin harjoittelu on progressiivista. (Crosbie, Lennon, McGoldrick, McNeill & McDonough 2012, 800.)

Virtuaaliympäristön lisäksi myös muita harjoitteluolosuhteita voidaan muokata kullekin kuntoutujalle soveltuvaksi, riippuen millaista laitetta käytetään. Jos kuntoutuksessa käytetään esimerkiksi Wii-pelikonsolia, voi kuntoutuja harjoitella istuen tai seisuen ja jos käytettävä laite sisältää kädessä pidettävän ohjaimen, se voidaan tarvittaessa kiinnittää kuntoutujan käteen esimerkiksi teipillä tai sidoksella. (McNulty, Thompson-Butel, Faux, Lin, Katrak, Harris & Shiner 2014, 1255; Yin ym. 2014, 1110.)

Virtuaalitodellisuus mahdollistaa palautteen saamisen eri tavoin. Virtuaalikuntoutuksessa palaute voi olla visuaalista, auditiivista tai taktiillista, riippuen millaista laitetta kuntoutuksessa käytetään. Kuntoutuja voi saada palautetta suorituksen onnistumisesta sekä itse suoritustavasta. Laite voi esimerkiksi antaa onnistuneesta suorituksesta pisteitä ja joissakin virtuaalikuntoutuslaitteissa myös suoritustapa huomioidaan, jolloin esimerkiksi vartalon liiallinen kompensatorinen liike aiheuttaa äänimerkin väärinlaisen suorituksen merkiksi. (Levin ym. 2015, 421; Kottink ym. 2014, 184.) Suorituksista saatu palaute voi myös toimia motivaation lähteenä, joka kannustaa kuntoutujaa yrittämään uudelleen ja suoriutumaan paremmin kuin edelliskerralla (Levin ym. 2015, 421).

## **5 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet**

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvailevan kirjallisuuskatsauksen keinoin selvittää, minkälaista aivoverenkiertohäiriö (AVH)- kuntoutujien yläraajan virtuaalikuntoutus on ja millaisia tuloksia kuntoutuksella on saatu. Tavoitteena on tuottaa tietoa aivoverenkiertohäiriöön sairastuneiden yläraajan virtuaalikuntoutuksesta, koska tämä on vielä uusi ja vähän käytetty menetelmä. Opinnäytetyön sisältämää tietoa

voivat käyttää hyödykseen niin fysioterapia- ja toimintaterapiaopiskelijat kuin jo valmiit alojen ammattilaiset. Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiksi nousivat:

1. Minkälaisille AVH-kuntoutujille virtuaalikuntoutus soveltuu?
2. Kuinka intensiivistä AVH-kuntoutujien yläraajan virtuaalikuntoutus on?
3. Millaisia laitteita virtuaalikuntoutuksessa käytetään?
4. Millaisia yläraajan harjoitteita virtuaalikuntoutuksessa on tehty?
5. Millaisia tuloksia yläraajan virtuaalikuntoutuksesta on saatu?

## 6 Tutkimuksen toteuttaminen

### 6.1 Opinnäytetyön tiedonhankinta

Tutkimuksen aineiston keruuta varten valitaan käytettävät tietokannat ja niissä käytettävät asiasanat ja hakulausekkeet. Tiedonhaun tuloksista pidetään kirjaa ja sopivan aineistojen löydyttyä arvioidaan niiden soveltuvuutta kirjallisuuskatsauksen tutkimustehtävään ja etukäteen määriteltyihin sisään- ja poissulkukriteereihin pohjautuen (Stolt, Axelin & Suhonen. 2016, 111).

Opinnäytetyön tiedonhaku tehtiin käyttämällä elektronisia kansainvälisiä tieteellisiä tietokantoja PEDROa ja Pubmediä. Tiedonhaku tehtiin pelkästään englanninkielisistä tietokannoista, sillä alustavan kartoituksen mukaan suomenkielisistä tietokannoista ei juurikaan löytynyt tutkimuksia aiheeseen liittyen. Tiedonhaku aloitettiin valitsemalla sopivia hakusanoja, jossa apuna käytettiin MeSH asiasanastoa, joka on lääke- ja terveystieteen englanninkielinen asiasanasto. Asiasanojen lisäksi tiedonhaussa käytettiin vapaata sanahakua (ks. taulukko 1.).

Taulukko 1. Tiedonhakutaulukko

HAKU	Hakusanat	Tutkimukset
PEDRO 1. haku	stroke, virtual reality, arm	Hakutuloksia 32kpl → otsikon perusteella mukaan valittu 20 kpl → abstraktin perusteella mukaan 17 kpl

		→ koko tekstin perusteella mukaan 6 tutkimusta
PeDRO 2. haku	stroke, virtual reality	Hakutuloksia 90, ei uusia tutkimuksia mukaan
PubMED 1. haku	("Virtual Reality Exposure Therapy" [Mesh] OR "virtual reality") AND "stroke" AND "arm"	Hakutuloksia 122 kpl → otsikon perusteella mukaan 32 uutta tutkimusta → abstraktin perusteella mukaan 13 → kokotekstin perusteella mukaan 2 uutta tutkimusta
Pubmed 2. haku	("Virtual Reality Exposure Therapy/methods"[Mesh]) AND "Stroke"[Mesh]	Hakutuloksia 17 → otsikon perusteella uusia tutkimuksia 2 → abstraktin ja kokotekstin perusteella ei uusia tutkimuksia mukaan
Pubmed 3. haku	("Virtual Reality Exposure Therapy" [Mesh] OR "virtual reality" OR "virtual rehabilitation" OR "telerehabilitation" [Mesh] OR "video games" [Mesh] OR "virtual environment" OR "virtual world") AND ("stroke" [Mesh] OR "cerebrovascular accident") AND ("upper limb" OR "arm")	Hakutuloksia 111 tulosta → otsikon perusteella mukaan 13 uutta tutkimusta → abstraktin perusteella mukaan 8 uutta tutkimusta → kokotekstin perusteella 2 uutta tutkimusta mukaan

PEDrossa käytettiin yksinkertaista hakua, hakusanoina "stroke, virtual reality, arm". Haku tuotti 84 tulosta, joista otsikon perusteella mukaan valittiin 21 tutkimusta. Abstraktin ja kokotekstin lukemisen jälkeen opinnäytetyöhön valikoitui mukaan 6 tutkimusta, jotka täyttivät opinnäytetyön sisäänottokriteerit. Toisessa PEDro haussa käytettiin sanoja "stroke, "virtual reality", joka tuotti 90 hakutulosta. Haulla ei kuitenkaan löytynyt uusia tutkimuksia.

Pubmedissä käytettiin ensimmäisenä hakulausekkeena ("Virtual Reality Exposure Therapy" [Mesh] OR "virtual reality") AND "stroke" AND "arm"), jolla saatiin 122 hakutulosta. Otsikon perusteella mukaan valikoitui 32 uutta tutkimusta. Abstraktin ja kokotekstin lukemisen jälkeen mukaan valikoitui 2 opinnäytetyön sisäänottokriteerit



täyttävää tutkimusta. Toinen haku tehtiin käyttämällä hakulauseketta ("Virtual Reality Exposure Therapy/methods"[Mesh]) AND "Stroke"[Mesh], jolla saatiin 17 tulosta. Näistä tutkimuksista 2 olivat uusia, kumpikaan ei kuitenkaan täyttänyt opinnäytetyön sisäänottokriteereitä.

Koska toisella Pubmedin hakulausekkeella saatiin kohtalaisen vähän hakutuloksia, tehtiin vielä kolmas haku lausekkeella ("Virtual Reality Exposure Therapy" [Mesh] OR "virtual reality" OR "virtual rehabilitation" OR "telerehabilitation" [Mesh] OR "video games" [Mesh] OR "virtual environment" OR "virtual world") AND ("stroke" [Mesh] OR "cerebrovascular accident") AND ("upper limb" OR "arm"). Tämä haku tuotti 111 tulosta, joista 13 oli uusia tutkimuksia. Tutkimusten lukemisen jälkeen mukaan valikoitui sisäänottokriteereiden mukaisesti 2 uutta tutkimusta.

Tietokanta hakujen lisäksi tutkimuksia etsittiin manuaalisella haulla muun muassa muiden tutkimusten sisällysluetteloista. Tällä tavoin ei kuitenkaan löytynyt uusia sisäänottokriteereitä täyttäviä tutkimuksia. Näin ollen opinnäytetyöhön valikoitui yhteensä 10 tutkimusta, jotka täyttivät sisäänottokriteerit (taulukko 2.).

Taulukko 2. Sisään- ja poissulkukriteerit, jatkuu seuraavalla sivulla

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Tutkimuksen kieli suomi tai englanti	Tutkimuksen kieli jokin muu kuin Suomi tai englanti
Tutkimus tehty vuosina 2006-2016	Tutkimus tehty aiemmin kuin 2006 vuonna
Tutkimuksen kokoteksti on vapaasti saatavilla	Tutkimuksen kokoteksti ei vapaasti saatavilla
Aineisto on peräisin luotettavasta lähteestä. Luotettavuuden arvioinnissa Pedro pisteet vähintään 6/10.	Aineisto on peräisin epäluotettavasta lähteestä (Pedro pisteet alle 6/10)
Aineisto käsittelee AVH-kuntoutujan yläraajan kuntoutusta virtuaalidellisuusympäristössä	Aineistossa käsitellään AVH-kuntoutujan yläraajan kuntoutusta virtuaalidellisuusympäristössä robotiikkaa hyödyntäen

## 6.2 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus kuvataan yleisesti metodiksi, jossa tutkitaan jo aiemmin tehtyjä tutkimuksia. Kirjallisuuskatsaus kokoaa siis yhteen jo aiemmin tutkittua tietoa rakentaen kokonaiskuvaa tietystä asiakokonaisuudesta. (Salminen 2011, 1.) Kirjallisuuskatsaukset jaetaan yleisesti kolmeen perustyyppiin, joita ovat systemaattinen kirjallisuuskatsaus, kuvaileva kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi (Salminen 2011, 6).

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus on laajin ja yksi yleisimmin käytetyistä katsaustyypeistä, se voi sisältää sekä empiiristä ja teoreettista kirjallisuutta riippuen katsauksen kysymyksenasettelusta (Stolt ym. 2016, 13). Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa käytetään laajoja aineistoja, joita eivät rajaa tarkat metodiset säännöt ja verrattuna systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen tai meta-analyysiin siinä on väljemmät tutkimuskysymykset. Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa on erotettavissa kaksi eri menetelmää, jotka ovat narratiivinen ja integroiva katsaus. (Salminen 2011, 6.)

Tässä opinnäytetyössä käytetään integroivaa katsausta. Integroivassa katsauksessa voidaan käyttää eri metodisin lähtökohdin tehtyjä tutkimuksia eikä tutkimusaineistoa seulota yhtä tarkasti kuin systemaattisessa katsauksessa (Salminen 2011, 6). Yksi integroivan keskeisin ominaisuus on erilaisten tutkimusasetelmin tuotettujen tutkimusten tulosten synteesi. Integroiva katsaus sisältää viisi vaihetta jotka tyypillisimmin nimetään: tutkimusongelman asettaminen, analysoitavan aineiston keruu, aineiston laadun arviointi, aineiston analysointi ja tulkinta sekä tulosten esittäminen. (Stolt ym. 2016,110.)

Hirsjärven ja muiden (2010, 232) mukaan laadullisen tutkimuksen luotettavuutta lisää tarkka selostus tutkimuksen toteuttamisesta. Opinnäytetyön luotettavuutta pyritään parantamaan kuvaamalla sen vaiheet tarkasti, jolloin esimerkiksi tiedonhakuprosessi on täysin toistettavissa. Luotettavuutta lisää myös käytettävät tietokannat, jotka ovat kansainvälisiä tietokantoja. Opinnäytetyössä on pyritty käyttämään mahdollisimman uutta tietoa, joten mukaan valitut tutkimukset ovat kaikki alle 10 vuotta vanhoja ja käytetyssä kirjallisuudessa on pyritty käyttämään mahdollisimman uusia lähteitä. Luotettavuutta pyrittiin lisäämään myös tutkimusten luotettavuudella, jolloin opinnäytetyöhön valittiin vain tutkimuksia joiden Pedro

pisteet ovat vähintään 6/10. Mortonin (2009, 131) mukaan Pedro pisteytys on luotettava menetelmä kliinisten tutkimusten laadun arviointiin.

Opinnäytetyön luotettavuutta heikentää sen yksi tekijä. Tällöin tiedonhaussa on voinut tulla virheitä ja opinnäytetyöhön sopivia artikkeleita on voinut jäädä huomaamatta. Pubmedistä löytyneisiin tutkimuksiin ei myöskään ole valmiita Pedro pisteytyksiä, joten löydetyt tutkimukset on pisteyttänyt vain yksi henkilö. Myös aineiston analysointi ja johtopäätökset tehdään yksin, mikä heikentää luotettavuutta. Lisäksi opinnäytetyöhön valittiin vain englanninkielisiä artikkeleita, jolloin muuten sisääntokriteereihin soveltuvia muun kielisiä artikkeleita on voinut jäädä tarkastelun ulkopuolelle. Koska opinnäytetyön tutkimusten luotettavuuden arvioinnissa käytettiin PEDro:n luotettavuusasteikkoa, voi olla, että opinnäytetyön ulkopuolelle jäi esimerkiksi muutoin opinnäytetyön aiheeseen soveltuvia tapaustutkimuksia.

### 6.3 Aineiston analysointi

Aineiston analyysin tarkoituksena on järjestää ja tehdä yhteenvetoa valittujen tutkimusten tuloksista. Opinnäytetyössä käytettiin analyysitapaa, joka Stoltin ja muiden (2016, 30) mukaan sopii katsausta ensimmäistä kertaa tekeville sekä katsauksiin, jotka sisältävät useita erityyppisiä alkuperäistutkimuksia. Tällainen aineiston analyysi voidaan jakaa kolmeen eri vaiheeseen, nämä ovat: tutkimusten tärkeän sisällön kuvaaminen, aineiston vertailu ja ryhmittely sekä synteessin muodostaminen.

Analyysin ensimmäisessä vaiheessa mukaan valituista tutkimuksista tehtiin taulukot (ks. liite 1.), joissa kuvattiin tutkimuksen kirjoittajat, julkaisuvuosi ja -maa, tutkimusastelma, tutkimuksen tarkoitus, kohdejoukko, käytetyt interventiot, aineistonkeruumenetelmät ja päätulokset.

Analyysin toisessa vaiheessa aineistoa luettiin uudestaan läpi ja tehtiin aineistoon merkintöjä ja muodostettiin erilaisia teemoja. Aineiston teemoittelun tarkoituksena on etsiä tutkimusten välisiä yhtenäisyyksiä tai eroavaisuuksia, ryhmitellä ja vertailla tutkimuksia sekä tulkita niitä (Stolt ym. 2016, 31). Opinnäytetyön teemoittelua ohjasi aiemmin asetetut tutkimuskysymykset, joihin haluttiin löytää vastaukset aineistosta. Teemoiksi nousi: millaiset avh-kuntoutujat, harjoittelun intensiteetti, virtuaaliodelli-

suuslaitteet ja saavutetut tulokset. Jokaisesta tutkimuksesta alleviivattiin tutkimuskysymysten kannalta olennaiset asiat, jonka jälkeen ne vielä kirjoitettiin auki. Tämän jälkeen eri tutkimuksia vertailtiin keskenään ja pyrittiin löytämään näistä yhteneväisyyksiä tai eroavaisuuksia. Aineistoa lukiessa ja käsiteltäessä tutkimuskysymysten määrittelemien teemojen lisäksi muodostui yksi uusi teema, joka käsittelee käyttäjien kokemuksia yläraajan virtuaalikuntoutuksesta.

Analysoinnin viimeisessä vaiheessa tutkimustuloksista muodostettiin synteesi aiemmin löytyneistä yhtäläisyyksistä ja eroavaisuuksista. Aiemmin muodostuneita teemoja on pyritty käsittelemään tarkasti ja yhdistelemään aineistosta esiin nousseita asioita. Aineistosta esiin nousseet eroavaisuudet on myös pyritty kuvaamaan, samoin tulosten mahdolliset ristiriidat.

## 7 Tulokset

### Virtuaalikuntoutukseen soveltuvat avh-kuntotutujat

Tutkimusten sisäänottokriteereissä oli vaihtelevuutta siinä, millaisille aivoverenkiertohäiriökuntoutujille yläraajan virtuaalikuntoutus soveltuu, mutta niistä oli myös löydettävissä selkeitä yhtäläisyyksiä. Yksittäisten tai muutamissa tutkimuksissa esiintyvien kriteerien lisäksi aineistosta nousi kolme selkeästi eniten käytettyä kriteeriä: aika sairastumisesta, osallistujien kognitiivinen toimintakyky ja yläraajan toimintakyky (taulukko 3.).

Taulukko 3. Tutkimuksiin osallistuvien sisään- ja poissulkukriteerit

Tutkimukseen osallistumisen kriteerit	Kuinka monessa tutkimuksessa kriteeri esiintyy
Aika sairastumisesta	10
Ikä	4
Kognitiivinen toimintakyky	9
Yläraajan toimintakyky	10
Muut sairaudet	6
Näkökentän häiriöt	5
Ihonalaiset elektroniset laitteet	3
Raskaus	1
Epilepsia	1
Valonarkuus	1
Muuhun terapiaan osallistuminen tutkimuksen	2

Ainoastaan Yinin ja muiden (2014) tutkimus toteutettiin akuutin vaiheen aivohalvauskuntoutujille. Tutkimukseen osallistuneiden kuntoutujien sairastumisesta oli keskiarvolta 7,44 päivää, eli noin viikko. Adie ja muut (2016) sekä Yavuzer ja muut (2008) puolestaan tutkivat yläraajan virtuaalikuntoutusta subakuutin vaiheen aivohalvauskuntoutujille. Adien ja muiden (2016) tutkimuksessa kuntoutujien sairastumisesta oli kulunut keskiarvolta 57,3 päivää. Yavuzerin ja muiden (2008) tutkimuksissa sairastumisesta oli kulunut keskimäärin 3,9 kuukautta. Muissa tutkimuksissa osallistujat olivat kroonisen vaiheen kuntoutujia, heidän sairastumisestaan oli vähintään 3 kuukautta.

Kaikissa muissa tutkimuksissa paitsi Adien ja muiden (2016) oli määritelty sisään- ja poissulkukriteereissä tutkimuksiin osallistuvien kognitiivinen toimintakyky. Viidessä tutkimuksessa kognitiivista toimintakykyä mitattiin MMSE-testillä, kahdessa tutkimuksessa käytettiin muita kognitiivisia mittareita ja kolmessa tutkimuksessa ainoastaan määriteltiin vaadittava kognitiivinen toimintakyky.

Levinin ja muiden (2014) tutkimuksessa MMSE- pisteiden tuli olla vähintään 25 pistettä, McNultyn ja muiden (2014) sekä Leen ja muiden (2016) tutkimuksissa pisteiden tuli olla vähintään 24, Yinin ja muiden (2014) tutkimuksessa riitti, kun pisteet olivat yli 20 ja Yavuzerin ja muiden (2007) tutkimukseen osallistujien pisteet tuli olla yli 16.

Pironinin, Turollan, Agostinin, Zucconin, Cortesen, Zampolinin, Zanninin, Damin, Venturan, Battaugin ja Toninin (2009) tutkimuksessa osallistujien kognitiivinen taso mitattiin De Renzi testillä, jossa pisteiden tuli olla 62 pistettä. Crosbien ja muiden (2012) tutkimuksessa käytettiin kognitiivisen tason mittaamiseen mental score testiä, jonka pisteiden tuli olla vähintään 7/10 ja star cancellation score- testillä, jonka pisteiden tuli olla vähintään 48/52. Kottinkin, Prangen, Krabbenin, Rietmanin ja Buurken (2014) tutkimukseen osallistuvien tuli kyetä ymmärtämään ja suorittamaan tutkimuksessa tarvittavat mittaukset. Subramanianin ja muiden (2013) tutkimukseen osallistuvilla ei saanut olla ymmärtämisen vaikeuksia, apraksiaa tai keskittymisvaikeuksia.

Kaikissa tutkimuksissa oli myös määritelty tutkimukseen osallistuvien yläraajan toimintakyky. Yavuzerinin ja muiden (2007), Leen ja muiden (2014) sekä Kottinkin ja

muiden (2014) tutkimuksissa yläraajan toimintakyvyn määrittelemiseen käytettiin Brunnstromin asteikkoa. Yavuzerin ja muiden (2007) sekä Leen ja muiden (2014) tutkimuksissa osallistujien toimintakyvyn tuli olla asteikolla 1-4 välillä, kun taas Kottinkin ja muiden (2014) tutkimuksessa toimintakyvyn tuli olla 2-5 välillä.

Yinin ja muiden (2014) tutkimuksessa yläraajan toimintakyvyn määrittelemiseksi käytettiin Fugl-Meyer Arm Scale-testiä (FMA), jossa pisteiden tuli olla alle 62 ja Modified Ashworth Scale asteikkoa, jossa yläraajan spastisuuden tuli olla 2 tai alle. Osallistujilla ei myöskään saanut olla nivelkipua joka voisi vaikuttaa osallistumiseen. Myös Pironin ja muut (2009) käyttivät yläraajan toimintakyvyn määrittelemiseen Fugl-Meyer Arm-Scale testiä, jossa osallistujien pisteet tulivat olla 30-55 välillä. Crosbien ja muiden (2011) tutkimuksen sisäänottokriteerinä oli pisteet alle 25/100 yläraajan Motrixity Index testissä ja subjektiivinen yläraajan kipu VAS asteikolla tuli olla alle 6/10.

McNultyn ja muiden (2014) tutkimuksen sisäänottokriteerinä oli yläraajan aktiivinen liike. Vaatimuksena oli olkapään, kyynärvarren ja ranteen aktiivinen liike yli 10°, ja sormien aktiivinen liike yli 2°. Subramanianin ja muiden (2013) tutkimuksessa yläraajan toimintakykyä arvioitiin Chedoke-McMaster Stroke assesment testin yläraajan osiolla, jossa pisteiden tuli olla 3-6/7. Adien ja muiden (2016) tutkimuksessa käytettiin yläraajan toimintakyvyn määrittelemiseen Medical Research Councilin asteikkoa, jossa lihasvoiman tuli olla alle 5 kaikissa yläraajan osissa. Lisäksi osallistujien tuli pystyä käsittelemään Wii-peliohjainta ja heillä ei saanut olla kivuliasta olkapään subluksaatiota, joka voisi vaikuttaa osallistumiseen. Levinin ja muiden (2012) tutkimuksessa yläraajan toimintakyvyn määrittämiseen ei käytetty lainkaan testejä, ainoastaan yläraajan kipu oli esteenä osallistumiseen. Tutkimuksessa ei tarkemmin määriteltä kipu.

### **Virtuaalikuntoutuksen määrä**

Tutkimuksissa yläraajan virtuaalikuntoutuksen intensiteetti vaihteli, sillä tutkimusten kesto vaihteli kahdesta viikosta kuuteen viikkoon. Myös harjoittelukertojen ja -kestojen välillä oli vaihtelua. Harjoittelukertojen määrä viikossa vaihteli kolmesta seitsemään kertaan viikossa, ja harjoittelujen kestot olivat 30-60 minuutin välillä (taulukko 4.).

Taulukko 4. Yläraajan virtuaalikuntoutuksen intensiteetti

Tutkimus	Intervention kesto	Harjoittelukerrat	Harjoittelun kokonaismäärä
<b>Adie, ym. 2016</b>	6 vko	keskimäärin 37min päivittäin	raportoitu kokonaisaika n. 19 tuntia
<b>Crosbie, ym. 2012</b>	3 vko	30-45 min/kerta, 3x/vko	4,5-6,75 tuntia
<b>Kottink, ym. 2014</b>	6 vko	30 min/kerta, 3x/vko	9 tuntia
<b>Lee, ym. 2014</b>	6 vko	30min/kerta, 3x/vko	9 tuntia
<b>Levin, ym. 2012</b>	3 vko	45min/kerta, 9 kertaa	6,75 tuntia
<b>McNulty, ym. 2014</b>	2 vko	60min/kerta, 5x/vko	10 tuntia
<b>Piron, ym. 2009</b>	4 vko	60min/kerta, 5x/vko	20 tuntia
<b>Subramanian, ym. 2013</b>	4 vko	45min/kerta, 3x/viikossa	9 tuntia
<b>Yavuzer, ym. 2008</b>	4 vko	30min/kerta, 5x/vko	10 tuntia
<b>Yin, ym. 2014</b>	2 vko	30 min/kerta, 5x/vko	5 tuntia

Virtuaalikuntoutuksen lisäksi Yinin ja muiden (2014), Yavuzerin ja muiden (2007) sekä Leen ja muiden (2014) tutkimuksissa osallistujat osallistuivat myös konventionaaliseen terapiaan viitenä päivänä viikossa. Yavuzerin ja muiden (2007) tutkimuksessa konventionaalisen terapian kesto oli 2-5 tuntia päivässä, joista n. 1 tunti keskittyi yläraajan kuntoutukseen. Leen ja muiden (2014) tutkimuksessa konventionaalisen terapian kesto puolestaan oli 30 minuuttia päivässä. Yinin ja muiden (2014) tutkimuksessa muun terapian kesto ei määritelty. Myös Adien ja muiden (2016) tutkimukseen osallistujat jatkoivat tavanomaisessa terapiassa käymistä, jonka määrää ei tutkimuksessa seurattu.

Adien ja muiden (2016) tutkimuksessa osallistujat harjoittelivat itsenäisesti kotonaan. Heitä neuvottiin harjoittelemaan 45 minuuttia päivittäin 6 viikon ajan. Osallistujat merkitsivät päiväkirjaan harjoittelumäärät ja keskimäärin harjoittelu-aika oli noin 37 minuuttia päivittäin ja kokonaisharjoittelu-aika oli osallistujien raportoinnin perusteella noin 17 tuntia.

#### **Yläraajan virtuaalikuntoutuksessa käytetyt laitteet**

Tutkimuksissa käytettävät laitteet vaihtelivat immersoivista laitteista ei immersoiviin laitteisiin. Yhdessä tutkimuksessa käytettiin täysin immersoivaa laitetta, kolmessa semi-immersoivia laitteita ja kuudessa ei immersoivia laitteita.

Crosbien ja muiden (2011) tutkimuksessa käytettiin täysin immersoivaa virtuaalitodellisuuslaitetta. Järjestelmä koostui pöytätietokoneesta, virtuaalikypärästä ja liikkeen seurantajärjestelmästä sekä liikeantureista. Liikeanturit asennettiin kuntoutujan olkapäähän, kyynärpäähän ja käteen, jotta esineiden käsittely ja yläraajan harjoitteiden tekeminen olisi mahdollista virtuaaliympäristössä.

Subramanianin ja muiden (2013), Yinin ja muiden (2014) sekä Levinin ja muiden (2012) tutkimuksissa käytettiin semi-immersoivia virtuaalitodellisuuslaitteita. Subramanianin ja muiden (2013) tutkimuksessa käytettiin 3D CAREN järjestelmä, joka koostuu näytöstä, 3D stereoskooppi lasista ja elektromagneettisista liikeantureista. Liikeanturit asennettiin kuntoutujan sormenpäähän, heikomman yläraajan olkalisäkkeeseen ja rintalastan keskelle.

Yinin ja muiden (2014) käyttämään virtuaalitodellisuusjärjestelmään kuului liiketunnistimena toimiva, kädessä pidettävä ohjain, kannettava tietokone, räätälöity kuntoutupeliohjelmisto ja 32 tuumainen nestekidenäyttörüutu. Kuntoutujan yläraajan liikkeet näkyivät virtuaalitodellisuudessa avatarin, eli virtuaalitodellisuushahmon liikkeinä. Visuaalisen palautteen lisäksi kuntoutuja sai auditiivista palautetta kaiuttimien kautta, esimerkiksi taputuksen ääniä onnistuneiden suoritusten jälkeen. Levinin ja muiden (2012) tutkimuksessa virtuaalikuntoutus toteutettiin käyttämällä Gesture Xtreme 2D video liikeohjauslaitetta, johon sisältyi chroma-key taustakangas ja 34 tuumainen näyttörüutu. Kuntoutujan liikkeet tallentuivat videokameralle ja heijastuivat reaaliaikaisesti näytölle yhdistyen virtuaaliympäristöön.

McNultyn ja muiden (2014), Adien ja muiden (2016), Yavuzerin ja muiden (2007), Kottinkin ja muiden (2014), Pironin ja muiden (2009) sekä Leen ja muiden (2014) tutkimuksissa käytettiin ei immersoivia virtuaalitodellisuuslaitteita. McNultyn ja muiden (2014) sekä Adien ja muiden (2016) tutkimuksissa yläraajan kuntoutus toteutettiin Wii-pelikonsolilla ja Yavuzerin ja muiden (2007) tutkimuksessa käytettiin Playstation pelikonsolia. Ei immersoivilla pelikonsoleilla toteutettuun kuntoutukseen tarvitaan pelikonsoli, kädessä pidettävä ohjain ja televisionäyttö.

Kottinkin ja muiden (2014) tutkimuksessa yläraajan kuntoutus toteutettiin käyttämällä "FurballHunt" kuntoutuspeliä. Järjestelmä koostui vaakasuoraan sijoitetusta näytöstä ja web-kamerasta. Laitteen integroidun liikeohjausjärjestelmän ja web-kameran



avulla kuntoutujan yläraajan liikkeet toimivat peliohjaimena, jolloin yläraajan liikettä verrattiin reaaliaikaisesti tavoiteltujen kohteiden sijaintiin.

Pironin ja muiden (2009) tutkimuksessa yläraajan kuntoutus toteutettiin etäkuntoutuksena, käyttämällä ei immersoivaa telerehabilitation-system (VRRS.net) järjestelmää. Järjestelmä koostui kahdesta tietokoneesta, joista toinen oli kuntoutujan kotona ja toinen kuntoutussairaalassa, 3D liikkeenseurantajärjestelmästä ja korkealaatuisesta videoyhteydestä käyttäjän ja terapeutin välillä sekä magneettisesta vastaanotimesta, joka kiinnitettiin johonkin tavalliseen esineeseen, jota ei tarkemmin määritely.

Leen ja muiden (2014) tutkimuksessa käytettiin ei immersoivaa virtuaalitodellisuuslaitetta. Järjestelmään kuului tutkimusta varten rakennettu ohjainjärjestelmä, joka koostui kahdesta otekahvasta, kannettavasta tietokoneesta, web-kamerasta ja näyttöruudusta. Otekahvat olivat samalla tasolla 50cm etäisyydellä toisistaan ja niitä pystyttiin liikuttamaan pystysuunnassa 60cm. Web-kamera kuvasi kuntoutuja yläraajan liikkeet ja samalla ne heijastuivat kuntoutujan edessä olevalle näytölle, yhdistyen virtuaalitodellisuusympäristöön.

### **Virtuaalikuntoutuksessa toteutetut harjoitteet**

Yavuzerin ja muiden (2007), Kottinkin ja muiden (2014), McNultyn ja muiden (2014) sekä Adien ja muiden (2016) tutkimuksissa yläraajan virtuaalikuntoutuks toteutettiin eri pelien avulla. Kottinkin ja muiden (2014) tutkimuksessa käytettiin kuntoutuspeliä, joka on kehitetty aivoverenkiertohäiriön jälkeisen motorisen opimisen periaatteiden mukaisesti. Pelissä kuntoutujan tuli kurottaa pareettisella yläraajalla mahdollisimman nopeasti satunnaisessa järjestyksessä ilmestyviin kohteisiin. Terapeutti pystyi vaikeuttamaan harjoittelua säätämällä pelin nopeutta ja kasvattamalla kohteiden etäisyyttä. McNultyn ja muiden (2014) sekä Adien ja muiden (2016) sekä Yavuzerin ja muiden (2007) tutkimuksissa kuntoutus toteutettiin käyttämällä kaupallisia pelikonsoleita, pitäen ohjainta pareettisessa yläraajassa. Kuntoutujien oli mahdollista valita eri pelejä, vaihtoehtoina Wii-laitteell olivat golf, nyrkkeily, tennis, baseball ja keilaus.

Playstationin valikoimissa oli muun muassa jalkapallopelejä, jäänrikkominen ja kokkauspelejä. Pelien pelaaminen vaati olkavarren koukistusta, ojennusta ja lähennystä sekä kyynärvarren ja ranteen koukistusta ja ojennusta. Osa peleistä muuttui haastavammaksi, kun edellinen taso saatiin suoritettua.

Yinin ja muiden (2014), Subramanianin ja muiden (2013) sekä Levinin ja muiden (2012) tutkimuksissa harjoitteet liittyivät kaupassa asioimiseen. Yinin ja muiden (2014) tutkimuksessa kuntoutujien tuli poimia virtuaalisia hedelmiä ja laskea ne koriin mahdollisimman nopeasti. Harjoitteet tehtiin seisten, jotta tilanne muistuttaisi mahdollisimman paljon todellisuutta. Subramanianin ja muiden (2013) tutkimuksessa kuntoutujien tuli osoittaa kaupan hyllyillä, eri korkeuksilla sijaitsevia esineitä. Toisinkuin Yinin ja muiden (2014) tutkimuksessa, harjoitteet suoritettiin istuen selkänöjälisessä tuolissa. Jokaisen harjoituksen alussa kuntoutujien asento vakioitiin: kuntoutujat istuivat selkä tuettuna, lonkat ja polvet 90 ° kulmassa, olkavarsi sisäkierrossa ja lähennettynä 20°, kyynärvarsi hieman koukistettuna ja sisäänkiertyneenä sekä ranne neutraalissa asennossa. Levinin ja muiden (2012) tutkimuksessa pareettisella yläraajalla tehtiin kurottamisia ylös, alas, sivuille ja suoraan eteenpäin. Tutkimuksessa ei tarkemmin määritelty tehtävän luonnetta.

Leen ja muiden (2014) tutkimuksessa yläraajan kuntoutukseen käytettiin kaksikäätistä harjoittelua. Harjoittelu toteutettiin kaksikäätiseen harjoitteluun tehdyllä laitteella, jossa oli molemmille käsille kahvat, joita pystyi liikuttamaan ylös-alas suunnassa 60cm. Kuntoutus sisälsi sekä symmetrisiä että eisymmetrisiä yläraajan harjoitteita. Laitteen kaltevuutta pystyi säätelemään ja harjoitteet toteutettiin laitteiden ollessa vaakatasossa sekä 45° kulmassa kuntoutujaan nähden.

Pironin ja muiden (2009) tutkimuksessa kuntoutujan tuli liikuttaa ohjaimena toimivaa esinettä tietokoneen näytöllä näkyvän esimerkin mukaisesti. Kuntoutujan tekemä yläraajan liike heijastui virtuaalitodellisuuteen, jolloin kuntoutuja näki näytöltä oman liikesuorituksensa lisäksi myös mallisuorituksen. Videoneuvottelujärjestelmän avulla terapeutti pystyi seuraamaan reaaliaikaisesti omalta näytöltään kuntoutujan suoritusta ja antamaan siitä palautetta.

Crosbien ja muiden (2011) tutkimuksessa yläraajan harjoitteet sisälsivät kohteeseen kurottamista ja tarttumista sekä pelillisiä harjoitteita. Tutkimuksessa ei tarkemmin

määritelty millaisia harjoitteet olivat. Harjoitteiden vaikeusastetta pystyi säätelämään muuttamalla virtuaaliesineiden korkeutta ja etäisyyttä sekä nopeuttamalla ärsykeitä.

### Virtuaalikuntoutuksella saadut tulokset yläraajan toimintakyvyn kehittämisessä

Tutkimuksissa käytettiin useita eri mittareita arvioimaan yläraajan toimintakykyä ja henkilön suoriutumista yläraajan toimintaa vaativista päivittäisistä toiminnoista (taulukko 5.).

Taulukko 5. Tutkimuksissa käytetyt mittarit, jatkuu seuraavalla sivulla

<i>Tutkimus</i>	<i>Yläraajan toiminta</i>	<i>Käden toiminta</i>	<i>Lihassoima</i>	<i>Spastisuus</i>	<i>Päivittäiset toiminnot</i>
<b>Adie, ym. 2016</b>	ARAT				MAL, COPM, Stroke Impact Scale
<b>Crosbie, ym. 2012</b>	ARAT, the upper limb motricity index				
<b>Kottink, ym. 2014</b>	FMA, ARAT				
<b>Lee, ym. 2014</b>	JHFT	BBT, GPT, Jamar hands on evaluation kit	DMMT		
<b>Levin, ym. 2012</b>	FMA, RPSS, WMFT	BBT		CSI	MAL
<b>McNulty, ym. 2014</b>	FMA, WMFT	BBT, GPT		Ashworth scale	MAL
<b>Piron, ym. 2009</b>	FMA,			Ashworth scale	ABILHAND
<b>Subramanian, ym. 2013</b>	FMA, RPSS, WMFT				MAL
<b>Yavuzer, ym. 2008</b>	Brunnstrom stages				FIM
<b>Yin, ym. 2014</b>	FMA, ARAT				MAL, FIM

(ARAT= Action Research Arm Test, FMA= Fugl-Meyer Arm Scale, JHFT=Jebsen-Taylor Hand Function Test, RPSS= Reaching Performance scale for Stroke, WMFT=Wolf Motor Function test, BBT= Box and Block test, GPT= Grooved pegboard test, DMMT=digital manual muscle test, CSI= Composite Spasticity Index, MAL=Motor Activity Log, FIM= Functional Independence Measure, COPM= Canadian Occupational Performance Measure)

Adien ja muiden (2016) tutkimuksessa verrattiin Wii-pelikonsolilla toteutettua yläraajan virtuaalikuntoutusta tavallisiin yläraajan harjoitteisiin. Tutkimuksessa mitattiin yläraajan motorista toimintaa ja subjektiivista kokemusta päivittäisistä toiminnoista

suoriutumisesta. Molemmissa ryhmissä tapahtui parannusta molemmilla osa-alueilla ja tuloksissa ei ollut merkittäviä eroja ryhmien välillä.

Crosbien ja muiden (2012) tutkimuksessa verrattiin yläraajan virtuaalikuntoutusta ja konventionaalista fysioterapiaa. Tutkimuksessa mitattiin yläraajan motorista toimintaa kahdella eri mittarilla (ARAT, Upper Limb Motricity index). Molemmissa ryhmissä yläraajan motorinen toiminta parani molemmilla mittareilla mitattuna. Koeryhmässä Motricity Index pisteet olivat pysyneet samoina 6 viikon seurantamittauksessa, kun taas verrokkiryhmän pisteet olivat pudonneet takaisin lähtötilanteeseen. Muutoin ryhmien välillä ei ollut merkitseviä eroja.

Kottinkin ja muiden (2014) tutkimuksessa verrattiin virtuaalitodellisuusympäristössä toteutettua kurottamisharjoittelua normaaliympäristössä tehtyihin yläraajan harjoitteisiin. Tutkimuksen mittareina käytettiin yläraajan motorista toimintaa mittaavia mittareita (ARAT & FMA). Molemmissa ryhmissä tapahtui merkitsevää parannusta molemmilla mittareilla mitattuna. Tutkimuksen jälkeisessä seurantatutkimuksessa (n.6vko tutkimuksen jälkeen) etenkin ARAT-testin saavutetut tulokset olivat selvemmin esille virtuaaliryhmässä. Ryhmien välillä ei kuitenkaan ollut merkittäviä eroja.

Leen ja muiden (2014) tutkimuksessa verrattiin virtuaaliympäristössä toteutettua kaksikäristä harjoittelua kaksikäristeen harjoitteluun ilman virtuaalitekijää. Tutkimuksen mittareina käytettiin yläraajan motorisen toiminnan (JHFT) -, käden toiminnan (BBT & GPT) - ja lihasvoiman mittareita (DMMT & Jamar). Molemmissa ryhmissä yläraajan toimintakyvyssä tapahtui parannusta kaikilla mittareilla mitattuna. Koeryhmässä merkitsevästi paremmat tulokset BBT- testissä, GBT-testissä, JHFT testin viidessä osatehtävässä (kirjoittaminen, korttien kääntäminen, palikoiden pinoaminen, kevyiden esineiden nostaminen ja painavien esineiden nostaminen), kyynärvarren ojennus- ja koukistusvoimassa, puristusvoimassa, palmaariotteessa, lateraaliotteessa ja pinsettiotteessa.

Levinin ja muiden (2012) tutkimuksessa verrattiin yläraajan virtuaalikuntoutusta ja konventionaalista terapiaa. Tutkimuksessa mitattiin yläraajan motorista toimintaa, käden toimintaa, spastisuutta sekä henkilön subjektiivista kokemusta päivittäisistä toiminnoista suoriutumisesta. Molemmissa ryhmissä tapahtui parannusta kaikilla

osa-alueilla. Yläraajan motorinen toiminta parani ja spastisuus väheni useammalla koeryhmästä kuin verrokkiryhmästä.

McNultyn ja muiden (2014) tutkimuksessa verrattiin Wii-pelikonsolilla toteutettua yläraajan virtuaalikuntoutusta käden tehostetun käytön kuntoutukseen. Tutkimuksessa mitattiin yläraajan motorista toimintaa, käden toimintaa, yläraajan lihasvoimaa, spastisuutta ja henkilön subjektiivista kokemusta päivittäisistä toiminnoista suoriutumisesta. Molemmissa ryhmissä tapahtui parannusta kaikissa mittareissa, paitsi WMFT-testin puristusvoima-osiossa ja käden toimintaa mittaavassa grooved pegboard testissä. Tilastollisesti merkitsevää parannusta tapahtui molemmissa ryhmissä WMF- testin aikaosiossa sekä MAL asteikolla.

Pironin ja muiden (2009) tutkimuksessa verrattiin etänä toteutettua virtuaalikuntoutusta ja konventionaalista fysioterapiaa. Tutkimuksessa mitattiin yläraajan motorista toimintaa, spastisuutta ja henkilön subjektiivista kokemusta päivittäisistä toiminnoista suoriutumisesta. Molemmissa ryhmissä tapahtui parannusta kaikilla osa-alueilla, koeryhmässä yläraajan motorisen toiminnan parannus merkitsevästi parempi kuin verrokkiryhmässä. Päivittäisten toiminnoissa tai spastisuudessa ei ollut merkitsevää eroa ryhmien välillä.

Subramanianin ja muiden (2013) tutkimuksessa verrattiin virtuaaliympäristössä toteutettua kurottamisharjoittelua normaaliympäristössä toteutettuun kurottamisharjoitteluun. Tutkimuksen mittareina käytettiin yläraajan motorisen toiminnan mittareita sekä subjektiivista päivittäisistä toiminnoista suoriutumisen mittaria. Lisäksi tehtiin kinemaattisia mittauksia, joilla mitattiin kurottamisen suoritusaikaa ja tarkkuutta sekä suorituksen liikemallia. Molemmissa ryhmissä tapahtui parannusta yläraajan motorista toimintaa ja päivittäisistä toiminnoista selviytymistä mittaavilla mittareilla. Vartalon kinemaattisissa mittauksissa vain virtuaaliympäristössä harjoitteleiden olkavarren lähennys ja koukistus paranivat. Molemmissa ryhmissä kyynärvarren ojennus parantui, verrokkiryhmässä ojennuksen aikana enemmän vartalon kompensatorista liikettä kuin koeryhmässä.

Yavuzerin ja muiden (2007) tutkimuksessa verrattiin Playstationilla toteutetun virtuaalikuntoutuksen ja konventionaalisen terapian (toiminta- ja fysioterapia) vaikutusta yläraajan toimintakykyyn. Tutkimuksessa mitattiin yläraajan motorista toimintaa ja

henkilön subjektiivista kokemusta päivittäisistä toiminnoista suoriutumisesta. Yläraajan motorisessa toiminnassa ryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa. Kolmen kuukauden seurantamittauksessa koeryhmässä merkitsevästi paremmat tulokset päivittäisistä toiminnoista selviytymisen mittarilla mitattuna.

Yinin ja muiden (2014) tutkimuksessa verrattiin yläraajan virtuaalikuntoutusta konventionaaliseen terapiaan, joka sisälsi toiminta- ja fysioterapiaa. Tutkimuksessa mitattiin yläraajan motorista toimintaa ja henkilön subjektiivista kokemusta päivittäisistä toiminnoista suoriutumisesta. Molemmissa ryhmissä tapahtui parannusta molemmilla osa-alueilla ja ryhmien välillä ei ollut merkitseviä eroja.

### **Käyttäjien kokemukset**

Kahdeksassa tutkimuksessa käyttäjiltä kerättiin palautetta virtuaalikuntoutuksesta ja sen mahdollisista aiheuttamista sivuvaikutuksista. Palautteen keräämiseen käytettiin eri menetelmiä, osassa tutkimuksissa käytettiin valmiita kyselylomakkeita, yhdessä tutkimuksessa osallistujat pitivät päiväkirjaa ja osassa tutkimuksista kuntoutujien kommentteja kirjattiin ylös intervention aikana.

Kottink ja muut (2014), Yin ja muut (2014), Subramanian ja muut (2013) sekä McNulty ja muut (2014) käyttivät palautteen keräämiseen valmiita kyselylomakkeita. Kottink ja muut (2014) käyttivät Intrinsic Motivation Inventory- kyselyä, jonka tulosten mukaan virtuaalikuntoutus oli kuntoutujille positiivinen, miellyttävä ja mielenkiintoinen kokemus. Subramanian ja muut (2013) käyttivät Intrinsic motivation task evaluation questionnaire-lomaketta, jonka mukaan kuntoutujat, jotka harjoittelivat virtuaalitodellisuudessa, olivat vähemmän stressaantuneita harjoitteista kuin tavallisessa ympäristössä harjoitelleet. Yin ja muut (2014) käyttivät kuuden kohdan kyselylomaketta, jossa tuli arvioida muun muassa pelin miellyttävyydestä, hyödyllisyydestä ja vaikeusasteesta. Lisäksi lomakkeessa oli avoimet kysymykset virtuaalikuntoutuksen aiheuttamista mahdollisista sivuvaikutuksista ja virtuaalikuntoutuksesta verrattuna konventionaaliseen terapiaan. Kaikkien osallistujien mukaan virtuaalikuntoutus oli miellyttävä ja hyödyllinen menetelmä yläraajan kuntoutukseen. Yksi kuntoutujista raportoi seisten tehdyn harjoittelun aiheuttaneen selkä- ja jalkasärkyä.

McNulty ja muiden (2014) tutkimuksessa osallistujien kokemuksia kerättiin standardoiduilla kysymyksillä ja VAS-janalla. Osallistujien raportoimat tyytyväisyys pisteet olivat korkeat ja osallistajat kokivat itsenäisyytensä lisääntyneen kuntoutuksen myötä.

Crosbien ja muiden (2011) tutkimuksessa osallistujien kokemuksia ja mielipidettä virtuaalikuntoutuksesta kerättiin tutkimuksen lopussa kyselyllä. Osallistujista yksi raportoi, ettei pitänyt virtuaalikuntoutuksesta, muut osallistajat olivat tyytyväisiä kuntoutukseen ja suurin osa osallistujista olisi halunnut virtuaalikuntoutuksen olevan osa heidän tavallista kuntoutustaan. Kaksi osallistujaa raportoivat virtuaalitodellisuuden aiheuttaneen ohimenevää huimausta ja päänsärkyä. Levinin ja muiden (2012) tutkimuksessa terapeutti kirjoitti käyttäjien kommentteja ylös intervention aikana. Palautteen mukaan virtuaalikuntoutus oli ollut osallistujille miellyttävää, mielenkiintoista ja vaikka osa tehtävistä oli vaikeita tai osallistuja oli ollut väsynyt niin virtuaaliympäristö motivoi harjoittelussa. Osallistujien mielestä virtuaalikuntoutus oli ollut motivoivampaa, merkityksellisempää, dynaamisempaa ja kiinnostavampaa kuin heidän aiemmin saamansa konventionaaliset terapiat.

## 8 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, millaista aivoverenkiertohäiriöön sairastuneiden yläraajan toimintakyvyn kehittäminen virtuaalitodellisuusympäristössä on. Aineistosta etsittiin vastauksia virtuaalikuntoutukseen soveltuvista kuntoutujista, kuntoutuksen intensiteetistä, käytetyistä laitteista, tehdyistä harjoitteista, saaduista tuloksista ja käyttäjien kokemuksista. Aineistoksi valikoituneet tutkimukset olivat varsin heterogeenisiä käytettyjen laitteiden, harjoittelun intensiteetin ja käytettyjen yläraajan toimintakyvyn mittareiden suhteen. Huomioitavaa on myös aineistojen pienet otantakoot (ks. liite 1), ainoastaan Adien ja muiden (2016) tutkimus tehtiin isommalle tutkimusjoukolle.

## 8.1 Tutkimustulosten pohdinta

Vaikka aineisto oli heterogeeninen, kaikissa tutkimuksissa yläraajan virtuaalikuntoutuksella saatiin positiivisia tuloksia yläraajan toimintakyvyn kehittämisessä. Tutkimustulosten perusteella virtuaalikuntoutus on käyttökelpoinen menetelmä aivoverenkiertohäiriön jälkeiseen yläraajan kuntoutukseen. Tulosten perusteella menetelmä ei kuitenkaan ole tehokkaampi kuin muut yläraajan kuntoutusmenetelmät. Kaikissa tutkimuksissa yläraajan virtuaalikuntoutusta verrattiin konventionaaliseen toimintaterapiaan tai niiden yhdistelmään.

Tutkimuksissa käytettiin useita eri yläraajan toimintakyvyn mittareita, jotkin mittareista olivat käytetympiä ja jotkin esiintyivät vain yhdessä tutkimuksessa. Osa käytetyistä mittareista sisältää laajasti eri yläraajan toimintoja. Esimerkiksi useassa tutkimuksessa esiintyneessä Fugl-Meyer Arm Scale:ssa arvioidaan koko yläraajan lihastoimintaa ja refleksejä sekä käden tartuntaotteita. Tutkimustuloksista selviää millä mittareilla kehitys on tapahtunut, mutta ne eivät tarkemmin erittele millä yläraajan osa-alueella parannukset ovat tulleet. Osa mittareista olivat toki spesifempejä, esimerkiksi spastisuuden ja lihasvoiman mittarit. Kuitenkin lähes kaikilla mittareilla mitattuna kehitystä tapahtui ja yläraajan toimintakyky parantui, joten voisi olettaa, että jonkinasteista parannusta on tapahtunut kaikilla yläraajan osa-alueilla. Etenkin kun osa mittareista arvioi päivittäisistä toiminnoista suoriutumista ja niissäkin tapahtui kehitystä interventioiden aikana. Monet päivittäiset toiminnot kuitenkin vaativat laajasti eri yläraajan osien toimintaa.

Tutkimusten perusteella virtuaalikuntoutus ei välttämättä sovellu kaikille aivoverenkiertohäiriökuntoutujille. Tutkimuksiin osallistuvilla oli paljon poissulkukriteerejä, kuten muun muassa neglect, apraksia ja muut kognitiiviset häiriöt. Aivoinfarktin tyypillisin paikka on keskimmaisessä aivovaltimossa, jonka infarkteissa yläraajan halvaus on yleinen oire. Muita mahdollisia oireita ovat muun muassa erilaiset kognitiiviset oireet ja neglect. (Häppölä 2010.) Näiden ollessa poissulkukriteerejä virtuaalikuntoutukseen osallistumiseen, voi kuntoutuksesta jäädä paitsi useat siitä mahdollisesti muutoin hyötyvät kuntoutujat. Useassa tutkimuksessa myös erilaiset muut neurologiset tai tuki- ja liikuntaelimestön sairaudet olivat esteenä osallistumiseen ja suurin



osa aivoverenkiertohäiriöön sairastaneista on yli 65-vuotiaita, jolloin liitännäissairauksien mahdollisuus kasvaa.

Myös tutkimusten kestoissa ja harjoitusmäärissä oli paljon vaihtelua. Iso-Britannian kansallisen suosituksen mukaan aivoverenkiertohäiriökuntoutujille tulisi tarjota vähintään 45 minuuttia aktiivista terapiaa vähintään 5 kertaa viikossa niin kauan kuin kuntoutuja hyötyy terapiasta. Terapian tulisi myös olla sellaista, että se auttaa kuntoutujaa saavuttamaan kuntoutuksessa asettamat tavoitteensa. (National clinical guideline for stroke 2016, 15.) Seitsemässä tutkimuksessa virtuaalikuntoutuksen määrä oli vähäisempi kuin suosituksessa, kuntoutuksen toteutuessa 3 kertaa viikossa, 30 minuutin ajan. Kolmessa tutkimuksessa osallistujat osallistuivat kuitenkin virtuaalikuntoutuksen lisäksi konventionaaliseen terapiaan viidesti viikossa, joten kaikkiaan yläraajan kuntoutus toteutui suosituksen mukaisesti.

Tutkimuksissa käytetyistä laitteista suurin osa oli tietokonenäyttöpohjaisia laitteita, joissa virtuaaliodellisuuden keskeisimmät tekijät immersio ja läsnäolo jäävät todella vähäisiksi. Ainoastaan Crosbien ja muiden tutkimuksessa käytettiin täysin immersoivaa laitetta, jolloin läsnäolon tunne saavutetaan parhaiten virtuaaliodellisuusympäristössä. Yksinkertaisempien ja tietokonenäyttöpohjaisten laitteiden käyttö selittyy mahdollisesti niiden alhaisemmalla hinnalla ja helppokäyttöisyydellään. Tästä opinäytetyöstä jätettiin pois virtuaalikuntoutus, jossa käytettiin apuna robotiikkaa, joten on mahdollista, että myös sen takia huipputeknologisia laitteita käyttävien tutkimusten määrä oli vähäisempi.

Vaikka suurin osa tutkimuksista käytti yksinkertaisempia virtuaaliodellisuuslaitteita, kuten Wii pelikonsolia, saavutettiin niilläkin kehitystä yläraajan toimintakyvyssä. Tutkimuksista saatujen tulosten perusteella ei voi sanoa, että huipputeknologiset laitteet olisivat paljon tehokkaampia kuin tietokonepohjaiset laitteet. On kuitenkin tutkittu, että 2D virtuaaliympäristössä kurottamiseen käytetyt liikemallit mahdollisesti eroavat normaaliympäristössä käytetyistä liikemalleista ja 3D tekniikkaa käyttävissä laitteissa liikemallit ovat samankaltaisia kuin normaaliympäristössäkin. (Magdalon, Michaelsen, Quavedo & Levin 2011). Pelikonsolien käyttö myös rajoittaa harjoitteiden muokkaamista kullekin kuntoutujalle sopivaksi, sillä pelit ovat usein tehty viihdekäyttöön. Tehtävien vaikeustasoon voi tällöin vaikuttaa vain valitsemalla kullekin

kuntoutujalle soveltuvia pelejä ja vaihtamalla pelaajan asentoa esimerkiksi istumasta seisomaan.

Tutkimuksista saadut tulokset tukevat kuitenkin aiempaa teorian tietoa virtuaalikuntoutuksen tarjoamista hyödyistä. Tutkimusten perusteella virtuaalikuntoutus tarjoaa mielekkään ja tehtäväkeskeisen harjoittelun. Tutkimuksissa tehtäväkeskeisyys toteutettiin pelillisillä ja todellisuutta jäljittelevillä tehtävillä. Tutkimuksiin osallistujat raportoivat virtuaalikuntoutuksen olleen muun muassa mielekkäämpää ja motivoivampaa kuin tavanomainen terapia. Virtuaalikuntoutuksessa korostui palautteen merkitys, sillä virtuaalitodellisuudessa harjoittelu mahdollisti kuntoutujille reaaliaikaisen visuaalisen ja auditiivisen palautteen, käytetystä laitteesta riipuen.

Etenkin yksinkertaisempaa tekniikkaa käyttävillä virtuaalikuntoutuslaitteilla voitaisiinkin helposti lisätä kuntoutuksen määrää niin kuntoutusosastoilla, terveyskeskuksissa kuin kuntoutujien kotonakin. Aivoliiton vuosina 2013-2015 tekemästä kuntoutuksen toteutumisen seurannasta selviää, että 87:n terveyskeskuksen henkilöstöstä vain 23% vastanneista oli sitä mieltä, että aivoverenkiertohäiriöön sairastuneet saavat oman terveyskeskuksen alueella riittävästi kuntoutusta. Adien ja muiden (2016) tutkimuksessa kuntoutujat harjoittelivat kotonaan Wii-pelikonsolilla ja sen todettiin olevan turvallinen harjoittelumuoto. Pironin ja muiden (2009) tutkimuksessa puolestaan virtuaalikuntoutus toteutettiin etäkuntoutuksena, jolloin terapeutti pystyi tietokoneen välityksellä ohjaamaan ja valvomaan harjoittelua.

Myös Suomessa on ollut etäkuntoutushankkeita muun muassa ikääntyvien kuntoutuksessa ja mielenterveystyössä. (Heiskanen, Hiekkala, Kaitaro, Naamanka, Salminen, Stenberg, Virtanen & Vuononvirta 2016). Heiskasen ja muiden (2016) mukaan Suomi on kuitenkin etäkuntoutuksen suhteen jäljessä verrattuna kansainväliseen toimintaan ja yksi suurin syy tähän on ollut tietokoneiden ja laajakaistayhteyksien puuttuminen ikääntyvältä väestöltä. Teknologian kehittyessä tämäkin kuitenkin tulee muuttumaan, jolloin myös etäkuntoutus mahdollistuu helpommin.

## 8.2 Jatkotutkimusaiheita

Suurin osa tutkimuksista käsitteli virtuaalikuntoutusta ei-immersioivilla virtuaalitodellisuuslaitteilla. Teknologia kuitenkin kehittyä jatkuvasti ja mahdollisesti myös huippu-

teknologiaa käyttävät laitteet yleistyvät. Myöhemmin olisikin mielenkiintoista verrata esimerkiksi ei-immersoivilla ja immersoivilla laitteilla saavutettuja tuloksia yläraajan kuntoutuksessa, sillä tässä opinnäytetyössä ei sellaista vertailua tehty. Virtuaalikuntoutuksen ollessa vielä melko vähän käytetty menetelmä Suomessa, olisi myös mielenkiintoista kerätä käyttäjien kokemuksia ja suhtautumista virtuaalikuntoutukseen.

## Lähteet

Adie, K., Schofield, C., Berrow, M., Wingham, J., Humfryes, J., Pritchard, C., James, M. & Allison, R. 2016. Does the use of Wii Sports™ improve arm function? Trial of Wii™ in stroke: a randomized controlled trial and economics analysis. Article. *Clinical rehabilitation*, 31, 2, 173-185. Viitattu 10.2.2017. <https://janet.finna.fi>, Academic Search Elite

Aivoinfarkti ja TIA. 2016. Käypä hoito-suositus. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 22.10.2016.

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/suositus?id=hoi50051>

Aivoverenkiertohäiriöt (AVH) lukuina 2013. Aivoliitto. Viitattu 24.1.2017.

[http://www.aivoliitto.fi/files/1091/avh\\_lukuina2013\\_web.pdf](http://www.aivoliitto.fi/files/1091/avh_lukuina2013_web.pdf)

Atula, S. 2015. Aivohalvaus (Aivoinfarkti ja aivoverenvuoto). Artikkel. *Lääkärikirja Duodecim*. Viitattu 11.10.2016.

[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00001](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00001)

Bohannon, R. 1999. Motricity Index Scores are Valid Indicators of Paretic Upper Extremity Strength Following Stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 11, 2, 59-61. Viitattu 23.2.2017. <https://janet.finna.fi>, J-STAGE

Burdea, G. & Coiffet, P. 2003. *Virtual reality technology*. Second edition. New Jersey: John Wiley & Sons (e-kirja) Google books. <https://books.google.fi/>

Brochard, S., Robertson, J., Medee, B. & Remy-Neris, O. 2010. What's new in new technologies for upper extremity rehabilitation? Article. *Current Opinion in Neurology*, 23, 6, 683-687. Viitattu 3.1.2017. <https://jyu.finna.fi/>, Wolters Kluwer

Carr, J. & Shepherd R. 2010. *Neurological rehabilitation. Optimizing motor performance*. 2p. Churchill Livingstone

Crosbie, JH., Lennon, S., McGoldrick, MC., McNeill, MDJ. & McDonough, SM. 2012. Virtual reality in the rehabilitation of the arm after hemiplegic stroke: a randomized controlled pilot study. Article. *Clinical Rehabilitation*, 26, 9, 798-806. Viitattu 10.2.2017. <https://janet.finna.fi>, SAGE Journals

Davies, P. 2000. *Steps to follow. The comprehensive treatment of patients with hemiplegia*. 2p. Germany: Springer Medizin Verlag

Figueiredo, S. 2011. Wolf Motor Function Test (WMFT). Canadian Partnership for Stroke Recovery. Viitattu 23.2.2017.

[http://www.strokengine.ca/indepth/wmft\\_indepth/](http://www.strokengine.ca/indepth/wmft_indepth/)

Gutierrez, M., Vexo, F. & Thalmann, D. 2008. *Stepping into Virtual Reality*. Springer

Heiskanen, T., Hiekkala, S., Kaitaro, T., Naamanka, J., Salminen, AL., Stenberg, JH., Virtanen, T. & Vuononvirta, T. 2016. Etäkuntoutus. Hiekkala, S., Salminen, AL. & Stenberg, JH. (toim.) *Kelan tutkimus*. Viitattu 28.2.2017

<http://www.kela.fi/documents/10180/0/Et%C3%A4kuntoutus/4a50ddb8-560c-47b4-94ed-09561f6981df>

- Hiekkala, S. 2016. Peiliterapia aivoverenkiertohäiriöön sairastumisen jälkeen ylä- ja alaraajan motoriikan kuntoutuksessa. Käypä hoito näytönastekatsaus. Viitattu 23.1.2017. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=nak08773>
- Hiekkala, S. 2016. Kaksikäätinen harjoittelu aivoverenkiertohäiriön subakuutissa ja kroonisessa vaiheessa. Käypä hoito näytönastekatsaus. Viitattu 23.1.2017. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=nak08774>
- Hiekkala, S. 2016. Ylä- ja alaraajan toiminnallinen sähköstimulaatio aivoverenkiertohäiriön sairastaneilla. Käypä hoito näytönastekatsaus. Viitattu 23.1.2017. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=nak05568>
- Hiekkala, S. 2016 Transkraniaalinen sähköstimulaatio (tDCS) päivittäisten toimintojen ja yläraajan toiminnallisessa harjoittelussa aivoverenkiertohäiriön sairastaneilla. Käypä hoito näytönastekatsaus. Viitattu 23.1.2017. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=nak08776>
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2010. Tutki ja kirjoita. 15.–16. p. Helsinki: Tammi.
- Hurband, I.J., Parsons, M.W., Neilson, C. & Carey, L.M. 2009. Task-specific training: evidence for and translation to clinical practise. Research article. Occupational Therapy International, 13, 3-4, 175-189. Viitattu 17.2.2017. <https://janet.finna.fi>, Academic Search Elite.
- Häppölä, O. 2010. Aivoinfarktien luokittelu aivoverenkiertoalueen mukaan. Suomalainen lääkärisseura Duodecim. Viitattu 17.2.2017. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus;jsessionid=4C7CC825FBB7E9409E530DD9BC3E14F0?id=nix00604>
- Jehkonen, M., Nurmi, L. & Nurmi, M. 2015. Aivoverenkiertohäiriöt. Teoksessa Jehkonen, M., Saunamäki, T., Paavola, L. & Vilkki, J. (toim.) Kliininen neuropsykologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 182-203.
- Jehkonen, M. & Yliranta, A. 2015. Tahdonalaisten liikkeiden häiriöt eli apraksiat. Teoksessa Jehkonen, M., Saunamäki, T., Paavola, L. & Vilkki, J. (toim.) Kliininen neuropsykologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 152-166.
- Johansson, B. 2000. Brain plasticity and stroke rehabilitation. Special report. American heart association, 31,1, 223-230. Viitattu 9.2.2017. <http://stroke.ahajournals.org/content/31/1/223>
- Jäkälä, P. 2011. Mitä on vaikuttava AVH kuntoutus? Aivoliitto. [http://www.aivoliitto.fi/files/915/Pekka\\_Jakala\\_Mita\\_on\\_vaikuttava\\_avh\\_kuntoutus.pdf](http://www.aivoliitto.fi/files/915/Pekka_Jakala_Mita_on_vaikuttava_avh_kuntoutus.pdf)
- Kagan, A., Bouchard-Cyr, S., Boudreau, M., Brais, A., Hotte, V., Paré, J.A., Préville, A.M. & Proulx, M. 2012. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS). Canadian partnership for stroke recovery. Viitattu 10.1.2017. <http://www.stroking.ca/intervention/repetitive-transcranial-magnetic-stimulation-rtms/>
- Karttunen, A., Peurala, S., Häkkinen, A., Kautiainen, H., Kantanen, M., Heinonen, M., Sihvonen, S. & Kallinen, M. 2014. Elämänlaadun ja toimintakyvyn muutokset ikäänty-

neillä aivoverenkiertohäiriön sairastaneilla kävelyn ja käden tehostetun käytön kuntoutuksen aikana. Sosiaali- ja terveysturvan selosteita 87/2014. Viitattu 11.1.2017. <http://www.kela.fi/documents/10180/751941/Selosteita87.pdf/03fc4903-4d74-460f-a9a3-b31b9a682e02>

Kaste, M., Hernesniemi, J., Kotila, M., Lepäntalo, M., Lindsberg, P., Palomäki, H., Roinne, R. & Sivenius, J. 2006. Aivoverenkiertohäiriöt. Teoksessa Soynilä, S., Kaste, M. & Somer, H. (toim.) Neurologia. 2. uud.p. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 271-331

Kauhanen, ML. 2015. Aivoverenkiertohäiriöt. Teoksessa Arokoski, J., Mikkelsen, M., Pohjolainen, T. & Viikari-Juntura E. (toim.) Fysiatría. 5. uud.p. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 231-242

Kauranen, K. 2011. Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen. Helsinki: Tekijä ja liikuntatieteellinen seura.

Koskinen, M. 2016. AVH:n sairastaneiden kuntoutukseen ohjautuminen ja kuntoutuksen toteutuminen 2013–2015. AVH-kuntoutuksen seurantatutkimuksen loppuraportti. Aivoliitto Ry:n julkaisusarjan raportti 11. Viitattu 16.2.2017. [https://www.aivoliitto.fi/files/2966/AVHn\\_sairastaneiden\\_kuntoutukseen.pdf](https://www.aivoliitto.fi/files/2966/AVHn_sairastaneiden_kuntoutukseen.pdf)

Korpelainen, J., Leino, E., Sivenius, J. & Kallanranta, T. 2008. Aivoverenkiertohäiriöt. Teoksessa Rissanen, P., Kallanranta, T. & Suikkanen, A. (toim.) Kuntoutus. 2.p. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 251-273

Kottink, A., Prange, G., Krabben, T., Rietman, J. & Buurke, J. 2014. Gaming and Conventional Exercises for improvement of arm function after stroke: a randomized controlled pilot study. Article. GAMES FOR HEALTH JOURNAL: Research, Development, and Clinical Applications, 3,3, 184-191. Viitattu 10.2.2017. <https://jyu.finna.fi/>, Mary ann Liebert Inc. publishers

Kubsch, S., Neveau, T. & Vandertie, K. 2000. Effect of cutaneous stimulation on pain reduction in Emergency Department patients. Complementary therapies in nursing and midwifery, 6,1,25-32. Viitattu 2.3.2017. <https://jyu.finna.fi/>, ScienceDirect

Käden puristusvoima. 2014. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Toimia-tietokanta. Viitattu 23.2.2017. <http://www.thl.fi/toimia/tietokanta/mittariversio/141/>

Laver, K., George, S., Thomas, S., Deutsch, J. & Crotty, M. 2015. Virtual reality for stroke rehabilitation. Conchrane Library. Viitattu 22.10. 2016. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD008349.pub3/full>

Learn to use the COPM. 2017. The Canadian Occupational Performance Measure. Viitattu 24.2.2017. <http://www.thecopm.ca/learn/>

Lee, S., Kim, Y. & Lee, B. 2016. Effect of virtual reality-based bilateral upper extremity training on upper extremity function after stroke: a randomized controlled clinical trial. Research article. Occupational therapy international, 23, 4, 356-368. Viitattu 10.2.2017. <https://janet.finna.fi>, Academic Search Elite

Levin, M., Snir, O., Liebermann, D., Weingarden, H. & Weiss, P. 2012. Virtual reality versus conventional treatment of reaching ability in chronic stroke: clinical feasibility study. Article. Neurology and Therapy, 1 (1), 3. Viitattu 10.2.2017. <https://janet.finna.fi>, Springer Link

- Levin, M., Weiss, P. & Keshner, E. 2015. Emergence of Virtual Reality as a Tool for Upper Limb Rehabilitation: Incorporation of Motor Control and Motor Learning Principles. Article. American Physical Therapy Association, 93, 3, 415-425. Viitattu 13.2.2017. <https://janet.finna.fi>, Academic Search Elite
- Lowe, R. 2015. Mirror therapy. Artikkele sivustolta Physiopedia. Viitattu 23.1.2017. [http://www.physio-pedia.com/Mirror\\_Therapy](http://www.physio-pedia.com/Mirror_Therapy)
- Magdalon, E., Michaelsen, S., Quavedo, A. & Levin, M. 2011. Comparison of grasping movements made by healthy subjects in a 3-dimensional immersive virtual versus physical environment. Acta psychologica, 138, 1, 126-134. Viitattu 28.2.2017. <https://janet.finna.fi>, ScienceDirect
- McDermott, A. & Korner-Bitensky, N. 2012. Bilateral arm training. Canadian Partnership for Stroke Recovery. Viitattu 23.1.2017. <http://www.stroking.ca/intervention/bilateral-arm-training/>
- McDermott, A. 2012. Jebsen Hand Function Test (JHFT). Canadian Partnership for Stroke Recovery. Viitattu 23.2.2017. <http://www.stroking.ca/assess/jhft/>
- McDermott, A. 2012. ABILHAND. Canadian Partnership for Stroke Recovery. Viitattu 23.2.2017. <http://www.stroking.ca/assess/abilhand/>
- McDermott, A. 2012. Composite Spasticity Index (CSI). Canadian Partnership for Stroke Recovery. Viitattu 23.2.2017. [http://www.stroking.ca/indepth/csi\\_indepth/](http://www.stroking.ca/indepth/csi_indepth/)
- McNulty, P., Thompson-Butel, A., Faux, S., Lin, G., Katrak, P., Harris, L. & Shiner, C. 2014. The efficacy of Wii-based movement therapy for upper limb rehabilitation in the chronic poststroke period: a randomized controlled trial. Clinical rehabilitation. 10, 8, 1253-1260. Viitattu 10.2.2017. <https://jyu.finna.fi/>, Wiley Online Library
- Morton, N. 2009. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. Australian Journal of Physiotherapy, 55,2, 129-133. Viitattu 11.10.2016. <https://janet.finna.fi>, Science Direct
- National guideline for stroke. 2016. Fifth edition. Royal college of physicians. Viitattu 28.2.2017. [https://www.strokeaudit.org/SupportFiles/Documents/Guidelines/2016-National-Clinical-Guideline-for-Stroke-5t-\(1\).aspx](https://www.strokeaudit.org/SupportFiles/Documents/Guidelines/2016-National-Clinical-Guideline-for-Stroke-5t-(1).aspx)
- Peurala, SH., Pitkänen, K., Sivenius, J. & Tarkka, IM. 2002. Cutaneous electrical stimulation may enhance sensorimotor recovery in chronic stroke. Clinical Rehabilitation, 16, 709–716. Viitattu 2.3.2017. <https://jyu.finna.fi/>, Sage Journals
- Peurala, S. 2010. Yläraajan toiminnan harjoittelu subakuuteilla ja kroonisilla aivoinfarktipotilailla. Käypä hoito näytönastekatsaus. Viitattu 31.1.2017. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=nak07490>
- Piron, L., Turolla, A., Agostini, M., Zucconi, C., Cortese, F., Zampolini, M., Zannini, M., Dam, M., Ventura, L., Battauz, M. & Tonin, P. 2009. Exercises for paretic upper limb after stroke: a combined virtual-reality and telemedicine approach. Journal of rehabilitation medicine, 41, 12. Viitattu 10.2.2017. <https://janet.finna.fi>, Pubmed
- Pohjasvaara, T., Vataja, R., Leppävuori, A. & Erkinjuntti, T. 2011. Aivoverenkierron häiriöiden jälkeinen depressio. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim, 117,4, 397-404. Viitattu 12.1.2017. <http://www.duodecimlehti.fi/lehti/2001/4/duo92086>

- Pyöriä, O., Reunanen, M., Nyrkkö, H., Kautiainen, H., Pieninkeroinen, I., Tapiola, T. & Lohikoski, P. 2015. Aktiivisuutta ja osallistumista tukeva fysioterapia aivoverenkiertohäiriöön sairastuneiden alkuvaiheen kuntoutuksessa. Satunnaistettu seurantatutkimus. Sosiaali- ja terveysturvan tutkimuksia. Viitattu 10.11.2016. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/157979/Tutkimuksia140.pdf?sequence=1>
- Raad, J. 2016. Rehab Measures: Fugl-Meyer Assessment of Motor Recovery after Stroke. Rehabilitation Measures Database. Viitattu 23.2.2017. <http://www.rehabmeasures.org/lists/rehabmeasures/dispform.aspx?ID=908>
- Raad, J. 2015. Rehab Measures: Box and Block test. Rehabilitation Measures Database. Viitattu 23.2.2017. <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/DispForm.aspx?ID=917>
- Raad, J. 2014. Rehab Measures: Action Research Arm Test. Rehabilitation Database. Viitattu 23.2.2017. <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/DispForm.aspx?ID=951>
- Raad, J. 2014. Rehab Measures: Motor Activity Log. Rehabilitation Database. Viitattu 23.2.2017. <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/DispForm.aspx?ID=1215>
- Raad, J. 2014. Rehab Measures: Stroke Impact Scale. Rehabilitation Database. Viitattu 24.2.2017. <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/DispForm.aspx?ID=934>
- Rehab Measures: Ashworth Scale / Modified Ashworth Scale. 2010. Rehabilitation Database. Viitattu 23.2.2017. <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/PrintView.aspx?ID=902>
- Roine, R. 2011. Aivoverenkiertohäiriöt ja spastisuus. Aivoliitto. Sandel, S. & Liippola, P. (toim.) 2.korj.p. Viitattu 10.2.2017. [https://www.aivoliitto.fi/files/2792/Aivoverenkiertohairiot\\_ja\\_spastisuus\\_web.pdf](https://www.aivoliitto.fi/files/2792/Aivoverenkiertohairiot_ja_spastisuus_web.pdf)
- Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. Viitattu 13.11.2016. [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)
- Semi-immersive virtual environments. N.d. Artikkelisiivulla Virtual reality society. Viitattu 3.2.2017. <http://www.vrs.org.uk/virtual-reality-environments/semi-immersive.html>
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. 2001. Motor control. Theory and practical applications. Maryland. Second edition. USA: Williams & Wilkins
- Sivenius, J., Puurunen, K., Tarkka, I. & Jolkkonen, J. 2002. Aivohalvauspotilaiden kuntoutusmahdollisuudet tulevaisuudessa. Katsaukset. Duodecim. Viitattu 23.1.2017. <http://www.duodecimlehti.fi/lehti/2002/24/duo93342>
- Soinila, S. 2006. Kliininen neuroanatomia. Teoksessa Soinila, S., Kaste, M. & Somer, H. (toim.) Neurologia. 2. uud.p. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 12-46
- Subramanian, S., Lourenco, C., Chilingaryan, G., Sveistrup, H. & Levin, M. 2013. Arm motor recovery using a virtual reality intervention in chronic stroke: randomized



control trial. Clinical research article. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 27,1,1-23. Viitattu 10.2.2017. <https://jyu.finna.fi/>, Sage Journals

Internetin käyttö mobiilia, laitteet henkilökohtaisia. 2015. Väestön tieto- ja viestintätekniikan käyttö. Tilastokeskus. Viitattu 3.2.2017.

[http://www.stat.fi/til/sutivi/2015/sutivi\\_2015\\_2015-11-26\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/sutivi/2015/sutivi_2015_2015-11-26_tie_001_fi.html)

Stokes, M. & Stack, E. 2012. *Physical management for neurological conditions*. Third edition. Churchill Livingstone.

Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. (toim.) 2016. *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. Turun yliopisto: Hoitotieteen laitoksen julkaisuja

Väestön ikärakenteen kehitys. 2016. Tilasto. Findikaattori. Viitattu 24.1.2017.

<http://www.findikaattori.fi/fi/81>.

Weiss, P., Rand, D., Katz, N. & Kizony, R. 2004. Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 1,12. Viitattu 13.2.2017. <https://jyu.finna.fi/>, Springer Link

Wikström, J., Meretoja, A., Hietanen, M., Huusko, T., Ihalainen, R., Järvikoski, A., Karhuvaara, A., Kivekäs, J., Lindstam, S., Niinistö, L., Nyfors, H., Peurala, S., Pohjolainen, T., Vainikainen, T. & Ylinen, A. 2008. Äkillisten aivovaurioiden jälkeinen kuntoutus. Konsensuslausuma. Suomalainen lääkäriseura Duodecim. Viitattu 11.1.2017.

<https://www.duodecim.fi/wp-content/uploads/sites/9/2016/02/kuntoutuksenkonsensuslausuma2008.pdf>

Yavuzer, G., Senel, A., Atay, M.B. & Stam, H.J. 2008. "Playstation eyetoy games" improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized controlled clinical trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 44, 3, 237-44. Viitattu 15.2.2017. <https://janet.finna.fi>, Minerva Medica

Yin, C., Sien, NG., Ying, L., Chung, FC. & Leng, D. 2014. Virtual reality for upper extremity rehabilitation in early stroke: a pilot randomized controlled trial. *Research-article. Clinical rehabilitation*, 28,1, 1107-1114. Viitattu 15.2.2017.

<https://jyu.finna.fi/>, Sage Journals

Ylinen, A. 2011. Aivojen kuntoutumisen neurobiologiset haasteet. Artikkel. *Kuntoutus*, 34, 1, 35 – 38. Viitattu 11.1.2017.

[https://kuntoutusportti.fi/files/attachments/kuntoutus-lehden\\_artikkelit/2011/ylinen-katsaus.pdf](https://kuntoutusportti.fi/files/attachments/kuntoutus-lehden_artikkelit/2011/ylinen-katsaus.pdf)

Yukihiro, H. 2015. Brain plasticity and rehabilitation in stroke patients. Review. *Journal of Nippon Medical School*, 82, 1, 4-13. Viitattu 9.2.2017. <https://janet.finna.fi>, J-STAGE

Zeltzer, L. 2011. Functional Independence Measure (FIM). Canadian Partnership for Stroke Recovery. Viitattu 23.2.2017. <http://www.strokingengine.ca/assess/fim/>

## Liitteet

### Liite 1. Valitut tutkimukset, jatkuu seuraavilla sivuilla

<p><b>Tutkimus ja tekijät:</b> Does the use of Nintendo Wii Sports improve arm function? Trial of Wii in stroke: a randomized controlled trial and economics analysis</p> <p>Adie, K., Schofield, C., Berrow, M., Wingham, J., Humfryes, J., Pritchard, C., James, M. &amp; Allison, R.</p> <p>2016 Iso-Britannia</p>
<p><b>Tutkimuksen tarkoitus:</b> Tutkia Nintendo Wii Sports pelien tehokkuutta aivohalvauskuntoutujien yläraajan toimintakyvyn parantamisessa.</p>
<p><b>Tutkimusjoukko:</b> 240 henkilöä, koeryhmä: 117, verrokkiryhmä: 118 Sairastumisesta korkeintaan 6 kuukautta</p>
<p><b>Interventio:</b> Koeryhmä: pelaaminen Wii-pelikonsolilla Verrokkiryhmä: yläraajan kotiharjoitteet Kesto: 6 vko, koeryhmä keskimäärin 36 min/päivittäin, verrokkiryhmä keskimäärin 32min/päivittäin, molemmat ryhmät jatkoivat tavallisessa terapiassa käyntiä (terepian intensiteettiä ei määritelty)</p>
<p><b>Mittarit:</b> Mittaukset: tutkimuksen alussa, lopussa ja 6 kk tutkimuksen jälkeen Mittarit: Action Research Arm test (ARAT), Motor activity log (MAL), Stroke Impact scale, Canadian occupational performance measure satisfaction &amp; performance</p>
<p><b>Tulokset:</b> Molemmat: parannusta kaikilla mittareilla mitattuna, ryhmien välillä ei merkittäviä eroja.</p>

<p><b>Tutkimus ja tekijät:</b> Virtual reality in the rehabilitation of the arm after hemiplegic stroke: a randomized controlled pilot study</p> <p>Crosbie, J., Lennon, S., McGoldrick, M., McNeill, M. &amp; McDonough, S.</p> <p>2011 Irlanti</p>
<p><b>Tutkimuksen tarkoitus:</b> Verrata virtuaalikuntoutuksen ja konventionaalisen terapian vaikutuksia avh-kuntoutujien yläraajan toimintakykyyn</p>
<p><b>Tutkimusjoukko:</b> 18 henkilöä, koeryhmä: 9, verrokkiryhmä: 9 Sairastumisesta 6-24 kuukautta</p>
<p><b>Interventio:</b> Koeryhmä: Virtuaalikuntoutus toteutettuna 3D laitteella, sisältäen yläraajalla kurottamisia, esineisiin tarttumisia ja pelaamista. Verrokkiryhmä: Tavallinen fysioterapia sisältäen lihasten fasilitointia, venyttelyä, lihasvoi-</p>

<p>maharjoittelua ja toiminnallista harjoittelua. Kesto: 3 vko, 30-45 min/kerta, 3x/vko</p>
<p><b>Mittarit:</b> Mittaukset: tutkimuksen alussa, lopussa ja 6 viikkoa tutkimuksen jälkeen Mittarit: The upper limb motricity index, Action research arm test (ARAT)</p>
<p><b>Tulokset:</b> Molemmat: Parannus molemmilla mittareilla mitattuna, ryhmien välillä ei kuitenkaan merkitsevää eroa</p>

<p><b>Tutkimus ja tekijät:</b> Gaming and conventional exercises for improvement of arm function after stroke: a randomized controlled pilot study  Kottink, A., Prange, G., Krabben, T., Rietman, J. &amp; Buurke, J. 2014 Alankomaat</p>
<p><b>Tutkimuksen tarkoitus:</b> Verrata kuntoutukseen suunnitellulla pelillä toteutetun kurottamisharjoittelun ja konventionaalisen kurottamisharjoittelun vaikutuksia avh-kuntoutujien yläraajan toimintakykyyn.</p>
<p><b>Tutkimusjoukko:</b> 20 henkilöä, koeryhmä: 10, verrokkiryhmä: 10 Sairastumisesta vähintään 6 kuukautta</p>
<p><b>Interventio:</b> Koeryhmä: Virtuaalikuntoutus "rehab game" 2D laitteella, sisältäen tehtäväkeskeisiä kurottamisharjoitteita. Verrokkiryhmä: Yläraajan kurottamisharjoitteita normaaliympäristössä Kesto: 6 vko, 30 min/kerta, 3x/vko</p>
<p><b>Mittarit:</b> Mittaukset: viikko ennen tutkimusta, viikko tutkimuksen jälkeen ja kuukausi tutkimuksen jälkeen Mittarit: Action research arm test (ARA), Fugl-Meyer assessment (FMI), Intrinsic motivation inventory (IMI)</p>
<p><b>Tulokset:</b> Molemmat: tilastollisesti merkitsevät parannukset ARAT ja FMI testeissä (p. <math>\leq 0.009</math>), ryhmien välillä ei tilastollisesti merkitsevää eroa (p. <math>\geq 0.338</math>)</p>

<p><b>Tutkimus ja tekijät:</b> Effects of virtual reality-based bilateral upper-extremity training on upper extremity function after stroke: a randomized controlled clinical trial  Lee, S., Kim, Y. &amp; Lee, B. 2014 Korea</p>
<p><b>Tutkimuksen tarkoitus:</b> Tutkia virtuaalitodellisuudessa toteutetun kaksikätesen harjoittelun vaikutuksia avh-kuntoutujien yläraajan toimintaan ja lihasvoimaan.</p>
<p><b>Tutkimusjoukko:</b> 18 henkilöä, koeryhmä: 10, verrokkiryhmä: 8 Sairastumisesta vähintään 6 kuukautta</p>

<p><b>Interventio:</b>          Koeryhmä: virtuaalikuntoutus 2D laitteella ja kaksikäisellä harjoittelulaitteella          Verrokkiryhmä: kuntoutus kaksikäisellä laitteella          Kesto: 6 vko, 30min/kerta, 3x/vko          Molemmat ryhmät osallistuivat myös konventionaaliseen toimintaterapiaan 6 viikon ajan, 30 min/kerta, 5x/vko</p>
<p><b>Mittarit:</b>          Mittaukset: tutkimuksen alussa ja lopussa          Mittarit: Jebsen-Taylor Hand function test (JHFT), Box&amp;Block (BBT), Grooved pegboard test (GPT), digital manual muscle test (DMMT), Jamar plus hands on evaluation kid</p>
<p><b>Tulokset:</b>          Molemmat: merkittävä parannus kaikilla mittareilla mitattuna          Koeryhmä: merkittävästi paremmat tulokset kuin verrokkiryhmässä JHFT (p.0.005), BBT (p. 0.029), GPT (0.009), kyynärvarren ojennus (p. 0.000), koukistus (p. 0.003), puristusvoima (p.0.005), lateraalipuristus (p. 0.000) ja pinsettiote (p. 0.001)</p>

<p><b>Tutkimus ja tekijät:</b>          Virtual reality versus conventional treatment of reaching ability in chronic stroke: clinical feasibility study           Levin, M., Snir, O., Liebermann, D., Weingarden, H. &amp; Weiss, P.          2012          Israel</p>
<p><b>Tutkimuksen tarkoitus:</b>          Verrata virtuaalikuntoutuksen ja konventionaalisen terapian vaikutuksia avh-kuntoutujien yläraajan toimintakykyyn.</p>
<p><b>Tutkimusjoukko:</b>          14 henkilöä, koeryhmä: 8, verrokkiryhmä: 6          Sairastumisesta vähintään 3 kuukautta</p>
<p><b>Interventio:</b>          Koeryhmä: virtuaalikuntoutus 2D laitteella          Verrokkiryhmä: toimintaterapia          Kesto: 3vko, 45min/kerta, 9 kertaa</p>
<p><b>Mittarit:</b>          Mittaukset: viikko ennen tutkimuksen alkua, tutkimuksen alussa, lopussa ja kuukausi tutkimuksen jälkeen          Mittarit: Fugl-Meyer Arm Scale (FMA), Composite spasticity index (CSI), Reaching Performance Scale for Stroke (RPSS), Box&amp;Block (BBT), the Wolf-motor function test (WMFT), Motor activity log (MAL)</p>
<p><b>Tulokset:</b>          Molemmat: Parannus kaikilla mittareilla mitattuna paitsi MAL-mittarilla          Koeryhmä: Useampi kuin verrokkiryhmässä paransi tulostaan RPSS-, BBT, WMFT ja FMA testissä.</p>

<p><b>Tutkimus ja tekijät:</b>          The efficacy of Wii-based Movement therapy for upper limb rehabilitation in the chronic poststroke period: a randomized controlled trial           McNulty, P., Thompson-Butel, A., Faux, S., Lin, G., Katrak, P., Harris, L. &amp; Shiner, C.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2014 Australia
<b>Tutkimuksen tarkoitus:</b> Tutkia onko yläraajan kuntoutus Wii-pelikonsolilla yhtä tehokasta kuin tehostettu käden kuntoutus avh:n kroonisessa vaiheessa.
<b>Tutkimusjoukko:</b> 41 henkilöä, koeryhmä: 21, verrokkiryhmä: 20 Sairastumisesta 2-48 kuukautta
<b>Interventio:</b> Koeryhmä: Kuntoutus Wii-pelikonsolilla Verrokkiryhmä: 90% hereillä oloajasta toimivampi käsi sidottuna ja 10 terapiakertaa 60min/kerta, sisältäen päivittäisten toimintojen harjoittelua halvaantuneella yläraajalla. Kesto: 2 vko, koeryhmä 60min/kerta, 5x/vko, verrokkiryhmällä lisäksi terapiaa 60min/kerta 5x/vko.
<b>Mittarit:</b> Mittaukset: 2 viikkoa ennen tutkimuksen alkua, tutkimuksen alussa, lopussa ja 6 kuukautta tutkimuksen loputtua. Mittarit: Wolf-motor function test (WMFT) (aika osiot) & Motor activity Log Quality of movement scale, (MALQOM) Fugl-Meyer assessment (FMA), Wolf-motor function test (sub-max. voima osio), yläraajan akt.+pass. liikelaaajuus, Ashworth scale, Box&Bock (BBT), grooved pegboard (GPT)
<b>Tulokset:</b> Molemmat: Parannus kaikilla muilla mittareilla mitattuna paitsi GPT ja WMFT testin voimaosiossa. Ryhmien välillä ei merkitsevää eroa.

<b>Tutkimus ja tekijät:</b> Exercises for paretic upper limb after stroke: a combined virtual-reality and telemedicine approach (a randomized controlled study)  Piron, L., Turolla, A., Agostini, M., Zucconi, C., Cortese, F., Zampolini, M., Zannini, M., Dam, M., Ventura, L. Battauz, M. & Tonin, P. 2009 Italia
<b>Tutkimuksen tarkoitus:</b> Verrata etäkuntoutuksena toteutetun virtuaaliympäristössä harjoittelun ja tavallisen terapian vaikutuksia avh-kuntoutujien motoriseen toimintakykyyn.
<b>Tutkimusjoukko:</b> 36 henkilöä, koeryhmä: 18, verrokkiryhmä: 18 Sairastumisesta 7-32 kuukautta
<b>Interventio:</b> Koeryhmä: virtuaalikuntoutus etäkuntoutuksena tietokoneen välityksellä (toinen tietokone potilaan kotona, toinen sairaalassa) Verrokkiryhmä: perinteinen fysioterapia Kesto: 4 vko, 60min/kerta, 5x/vko
<b>Mittarit:</b> Mittaukset: kuukausi ennen tutkimusta, tutkimuksen alussa, lopussa ja kuukausi tutkimuksen loputtua Mittarit: Fugl-Meyer Arm scale (FMA), ABILHAND scale, Ashworth scale
<b>Tulokset:</b> Molemmat: tilastollisesti merkittävät parannukset kaikilla mittareilla Koeryhmä: FMA- testissä tilastollisesti merkitsevämpi parannus (p<0.05)

<p><b>Tutkimus ja tekijät:</b> Arm motor recovery using a virtual reality intervention in chronic stroke: randomized controlled trial</p> <p>Subramanian, S., Lourenco, C., Chilingaryan, G., Sveistrup, H. &amp; Levin, M. 2013 Kanada</p>
<p><b>Tutkimuksen tarkoitus:</b> Verrata virtuaaliympäristössä ja tavallisessa ympäristössä toteutetun kurottamisharjoittelun vaikutusta avh-kuntoutujien kuntoutumiseen.</p>
<p><b>Tutkimusjoukko:</b> 32 henkilöä, koeryhmä: 16, verrokkiryhmä: 16 Sairastumisesta 6-60 kuukautta</p>
<p><b>Interventio:</b> Koeryhmä: Harjoittelu virtuaaliympäristössä Verrokkiryhmä: Samat harjoitteet kuin koeryhmässä normaaliympäristössä toteutettuna Kesto: 4 vko, 45min/kerta, 3x/viikossa,</p>
<p><b>Mittarit:</b> Mittaukset: Mittaukset suoritettiin tutkimuksen alussa, lopussa ja 3 kk tutkimuksen jälkeen Mittarit: Fugl-Meyer assessment (FMA), Reaching performance scale for stroke (RPS), Wolf motor function test-Functional assessment scale(WMFT-FAS), the Motor activity log amount scale (MAL-AS), Intrinsic motivation task evaluation questionnaire, kinemaattiset mittaukset</p>
<p><b>Tulokset:</b> Molemmat: parannusta kaikilla kliinisillä mittareilla mitattuna Koeryhmä: Kinemaattisissa mittauksissa parannus olkapään koukistuksessa ja lähennyksessä Verrokkiryhmä: Kinemaattisissa mittauksissa enemmän vartalon kompensatorista liikettä kyynärvarren ojennuksen aikana</p>

<p><b>Tutkimus ja tekijät:</b> "Playstation eyetoy games" improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized controlled trial</p> <p>Yavuzer, G., Senel, A., Atay, M.B. &amp; Stam, H.J. 2008 Turkki</p>
<p><b>Tutkimuksen tarkoitus:</b> Tutkia Playstationilla pelaamisen vaikutusta yläraajan toimintakyvyn kehittämisessä avh-kuntoutujilla.</p>
<p><b>Tutkimusjoukko:</b> 20 henkilöä, koeryhmä: 10, verrokkiryhmä: 10 Sairastumisesta keskimäärin 3.9 kuukautta</p>
<p><b>Interventio:</b> Koeryhmä: Pelaaminen Playstation-pelikonsolilla Verrokkiryhmä: Playstation pelien katseleminen, eivät osallistuneet pelaamiseen Kesto: 4 vko, koeryhmä 30min/kerta, 5x/vko, molemmilla ryhmillä konventionaalinen terapia 2-5 tuntia/kerta, 5x/viikossa</p>
<p><b>Mittarit:</b> Mittaukset: tutkimuksen alussa, lopussa ja 3 kk tutkimuksen jälkeen Mittarit: Brunstrom stages, Functional independence measure (FIM)</p>
<p><b>Tulokset:</b> Molemmat: parannusta molemmilla mittareilla mitattuna Koeryhmä: merkitsevästi parempi parannus FIM-testissä verrokkiryhmään verrattuna</p>

(p.0.018), Brunnstrom asteikolla ei merkittävää eroa ryhmien välillä (käsi p=0.346 ja yläraaja p=0.382)

**Tutkimus ja tekijät:**

Virtual reality for upper extremity rehabilitation in early stroke: a pilot randomized controlled trial

Yin, C., Sien, N., Ying, L., Chung, S. & Leng, D.

2014

Singapore

**Tutkimuksen tarkoitus:**

Tutkia virtuaalikuntoutuksen vaikutuksia yläraajan motoriikkaan akuutin vaiheen aivoverenkiertohäiriöpotilailla.

**Tutkimusjoukko:**

23 henkilöä, koeryhmä: 11 kuntoutujaa, verrokkiryhmä: 12 kuntoutujaa

Sairastumisesta keskiarvolta 7,44 päivää

**Interventio:**

Koeryhmä: virtuaalikuntoutus 2 viikon ajan, 30 min/kerta, 5x/vko

Molemmat: toiminta- ja fysioterapia 2 viikon ajan, 5x/vko (venyttely, lihasvoima, tasapaino, kävely & toiminnallinen harjoittelu)

**Mittarit:**

Mittaukset: tutkimuksen alussa, lopussa ja kuukauden kuluttua tutkimuksesta

-Yläraajan motorinen toiminta: The Fugl-Meyer Assessment(FMA), Action research arm test(ARAT), motor activity log(MAL),

-Yleinen toimintakyky: Functional independence measure (FIM)

-Kyselylomake virtuaalitodellisuus kokemuksista

**Tulokset:**

Molemmat: parannus kaikilla mittareilla mitattuna, ryhmien välillä ei kuitenkaan merkittävää eroa.