



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Ilse Heino

VR-kuntoutuspelit vanhuksille

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintäteknikan tutkinto-ohjelma

Insinööriytyö

27.11.2020

Tekijä Otsikko	Ilse Heino VR-kuntoutuspelit vanhuksille
Sivumäärä Aika	45 sivua 27.11.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tieto- ja viestintäteknikka
Ammatillinen pääaine	Pelisovellukset
Ohjaaja	Lehtori Antti Laiho
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli perehtyä vanhusten toimintakyvyn eri osa-alueisiin ja kehittää uusia innovatiivisia vaihtoehtoja perinteiselle kuntouttamiselle. Tavoitteena oli kehittää monipuolisesti stimuloiva VR-kuntoutuspeli sekä tarkastella VR- eli virtuaalitodellisuusteknologian hyötyjä ja haasteita vanhusten kuntouttamisessa.</p> <p>Työ aloitettiin perehtymällä ihmisen toimintakyvyn eri puoliin ja siihen, miten ikääntyminen niihin vaikuttaa. Seuraavaksi tutustuttiin perinteisiin toimintakyvyn kuntoutus- ja ennaltaehkäisykeinoihin. Tämän lisäksi perehdyttiin erilaisiin virtuaalitodellisuusjärjestelmiin, sekä niiden tämänhetkisiin että potentiaalsiin tuleviin käyttökohteisiin.</p> <p>Työ toteutettiin Unity-pelimoottorilla, ja ohjelmointikielenä käytettiin C#:a. Käytetty virtuaalitodellisuusjärjestelmä oli HTC Vive. Lopputuloksena oli kolmiulotteinen virtuaalitodellisuusmuistipeli, jota pystytään pelaamaan sekä istuen että seisoen. Sovelluksen käytön testauksista huomattiin kuntoutettavien henkilöiden toimintakykyjen paraneminen.</p> <p>Haasteina projektissa oli virtuaalitodellisuuden implementointi muutoin yksinkertaiseen peliin. Lisäksi covid-19-pandemian aikana sovellusta ei saatu testattua kohderyhmällä.</p> <p>Toimintakyvyn ylläpitäminen on sen heikkenemisestä seuranneita tapaturmia edullisempaa toteuttaa. Insinööriyössä kehitetty sovellus soveltuu toimintakyvyn eri puolien parantamiseen ja hidastamaan niiden heikkenemistä.</p>	
Avainsanat	virtuaalitodellisuus, kuntoutus, pelit, vanhuksset

Author Title	Ilse Heino VR-rehabilitation games for elderly
Number of Pages Date	45 pages 27 November 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Information and Communication Technology
Professional Major	Game Applications
Instructor	Antti Laiho, Senior Lecturer
<p>The purpose of this final year project was to study different aspects of elderly performance and develop new innovative methods for traditional rehabilitation. The goal was to develop a diversely stimulating VR-rehabilitation game and study the benefits and challenges of VR-technology when using it with elderly.</p> <p>Methods used include first studying different aspects of human performance and how getting older affects them. Next, traditional rehabilitation and prevention of performance methods were explored. In addition, different virtual reality systems and their current and potential future usages were researched.</p> <p>The project was made with Unity game engine by using HTC Vive virtual reality system. The programming language used was C#. As a result, a three-dimensional virtual reality memory game that can be played standing up or sitting down was created. Testing the use of the application showed an improvement in the performance of testers.</p> <p>The challenges in the project were to implement the virtual reality aspect into an otherwise simple game. In addition, during covid-19 pandemic, the application could not be tested by a target group.</p> <p>In conclusion, preventing the performance levels of the elderly from weakening is more economical than treating the accidents resulting. The application developed is suitable for improving the aspects of performance and slowing down deterioration.</p>	
Keywords	virtual reality, rehabilitation, games, elderly

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Toimintakyky ja sen kuntouttaminen	2
2.1	Ikäihmisten toimintakyky	2
2.2	Perinteinen vanhusten fysioterapia	6
2.3	Digitaaliset kuntoutuspelit	10
2.4	Digitaalisten menetelmien hyödyntäminen perinteisessä kuntoutuksessa	13
3	Virtuaalitodellisuus kuntoutuksen tukena	14
3.1	Erilaiset virtuaalitodellisuusjärjestelmät	14
3.2	Virtuaalitodellisuuden hyödyt ja haasteet	17
3.3	Kuntoutussovelluksen vaatimukset	22
4	Toimintakyvyn tasapainottamisovellus	23
4.1	Virtuaalitodellisuuden ympäristö	23
4.2	Kognitiivisen ja fyysisen toimintakyvyn tuki	28
5	Tulevaisuuden resurssit	34
5.1	Haasteet kehityksessä	34
5.2	Kuntouttamissovelluksen kehityssuunnitelmat	35
5.3	Perinteisen kuntouttamisen kehitys	36
5.4	Taloudelliset haasteet	37
6	Yhteenveto	39
	Lähteet	42

Lyhenteet ja terminologia

VR	Virtual Reality. Virtuaalitodellisuus.
UI	User Interface. Käyttöliittymä.
Ikäihminen	65 vuotta täyttänyt henkilö.
Rigidbody	Jäykkä vartalo.
Scene	Unity-pelimootorissa oleva nimitys pelinäkymälle.
Inspector	Unity-pelimootorissa oleva peliobjektien komponenttien muokkausikkuna.
Script	Ohjelmoinnin tiedostonimitys.
Raycast	Linjanpiirron renderöintitekniikka, jolla on lähtöpiste ja suunta eteenpäin ja jolla voidaan luoda kolmiulotteinen perspektiivi kaksiulotteiseen maailmaan.
Line Rendering	Linjan renderöintimekaniikka Unity-pelimootorissa.
Layer Mask	Suodatusmekaniikka Raycastille, mihin sillä halutaan osua. Se annetaan peliobjektille käyttöön, ja sillä voi olla erilaisia kerroksia yhteensä 32.
Boolean	Ohjelmoinnin binaarimuuttuja, jolla voi olla arvona joko tosi tai epätosi.
Integer	Kokonaisluku.
String	Merkkijono.
Coroutine	Koodinpätkä, jonka avulla voi yksinkertaistaa asynkronisesti suoritettavaa koodia.
Sprite	Kaksiulotteinen kuva

1 Johdanto

Insinööriyönä tehtiin digitaalinen kuntoutussovellus VR- eli virtuaalitodellisuuslaitteelle. Aihe on rajattu erityisesti vanhusten kuntouttamiseen, johon lukeutuu kognitiivinen, fyysinen ja psyykinen kuntoutus. Tarkoituksena oli kehittää jokaiseen osa-alueeseen monipuolisesti stimuloiva kuntoutuspeli ja tarkastella VR-pelien hyötyjä ja haasteita vanhusten kuntouttamisessa. Aiheen rajaukseksi valittiin vanhukset, sillä he ovat kasvava ihmisryhmä ja digitaalisin menetelmin tuettu kuntoutus pystyy tarjoamaan erilaisen ja hauskemman tavan kuntoutujille.

Työ toteutettiin soveltavana tutkimuksena. Tutkimuksessa aineistona käytettiin olemassa olevia tekniikoita ja tunnettuja tosiasioita sekä pyrittiin toteuttamaan uusi lähestymistapa perinteiseen kuntoutukseen.

Insinööriyön asiakkaana toimivat isovanhempani. Virtuaalitodellisuus oli heistä mielenkiintoinen aihe, ja kuntoutuminen on ajankohtainen isoäitini sairaalahoidon jälkihoidossa. Isoäitini on 73-vuotias ja isoisäni on 70-vuotias. Isoisäni peruskunto on huomattavasti parempi kuin isoäitini, mutta kuntoutumisessa kunnon ylläpitokin on tärkeä asia. Molemmat ovat eläkkeellä. Isoäitini jäi sairauseläkkeelle huomattavasti ennen eläkeikää, kun taas isoisäni jäi osaeläkkeelle 65 vuotta täytettyään ja teki vielä lyhyitä päiviä muutaman vuoden verran, ennen kuin lopulta jäi kokopäiväeläkkeelle. Nykyään he ovat kovin erakoituneet, joten heille tämänkaltainen erilainen kuntoutusmenetelmä on erittäin arvokas, varsinkin maailmanlaajuisen pandemian aikana ja riskiryhmien pysytellessä kotonaan.

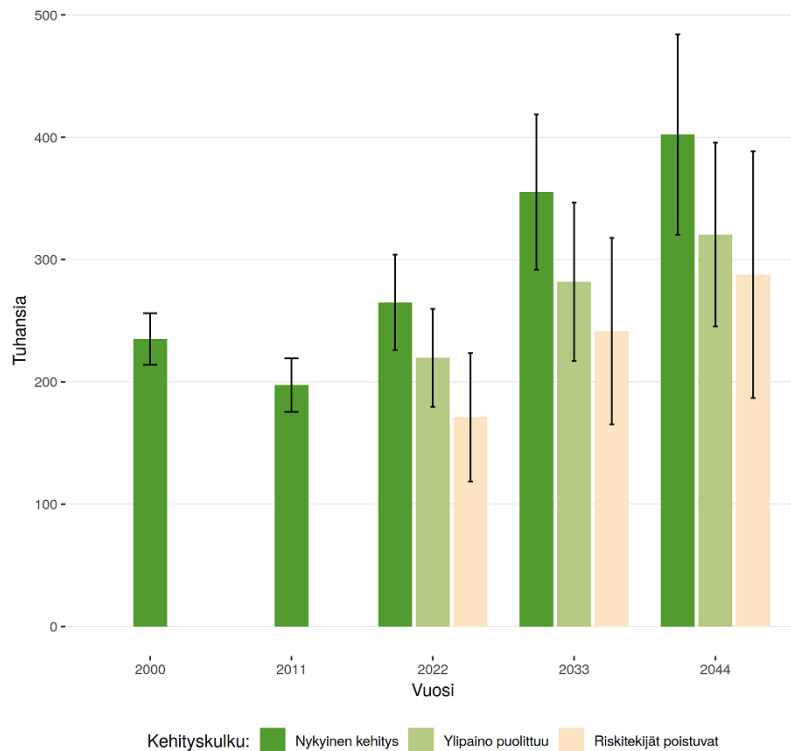
Työn on tarkoitus tarjota uusi ja hauskempi tapa kuntouttaa kognitiivista ja fyysistä toimintakykyä. Virtuaalisten ratkaisujen tarve perinteisten fysioterapeuttisten kuntoutuksien vaihtoehdoksi kasvaa, kun nykyiset työssäkäyvät ikäpolvet pääsevät eläkeikään. Vanhusten määrä on nousussa, ja siihen varautuminen hyvissä ajoin kunnon rahoituksella ja virtuaalisilla menetelmillä säästää kuntien resursseja pitkällä tähtäimellä.

2 Toimintakyky ja sen kuntouttaminen

2.1 Ikäihmisten toimintakyky

Toimintakyky pitää sisällään fyysisen, psyykkisen, kognitiivisen ja sosiaalisen osa-alueen. Kun nämä ovat tasapainossa, voidaan sanoa, että ihmisellä on edellytykset selviytyä itsenäisesti jokapäiväisessä elämässä toiveiden ja tavoitteidensa mukaisesti. Fyysisen toimintakyvyn fysiologiset ominaisuudet ovat esimerkiksi lihasten ja nivelten kestävyys ja liikkuvuus, asentojen ja liikkeiden hallinta sekä näitä koordinoiva keskushermosto. Myös erilaiset aistitoiminnot lasketaan usein fyysiseen toimintakykyyn. Psyykkinen toimintakyky sisältää esimerkiksi kyvyt tuntea, käsitellä ja vastaanottaa tietoa, muodostaa käsityksiä maailmasta, tulevaisuudesta ja itsestään sekä tehdä merkityksellisiä päätöksiä oman elämänsä suunnittelussa ja toteutuksessa. Näiden lisäksi esimerkiksi kyky selvitä sosiaalisissa tilanteissa ja oma persoonallisuus lukeutuvat psyykkiseen toimintakykyyn. Kognitiivinen toimintakyky käsittää kaikki tiedon vastaanottamiseen ja käsitteilyyn liittyvät ominaisuudet, kuten muisti, keskittyminen, tarkkaavaisuus, hahmottaminen ja oppiminen. Sosiaalinen toimintakyky taas on vuorovaikutussuhteiden kanssa selviytyminen yksilön, yhteisön, ympäristön ja yhteiskunnan tasolla. [1.]

Ikääntyminen on väistämätön prosessi elämänculussa. Ikäihmisillä toimintakyvyn eri osa-alueet ovat joutuneet epätasapainoon, jolloin arkipäiväisessä elämässä pärjääminen on vaarantunut. Ikääntyessä fyysisen toimintakyvyn heikkeneminen on helpoin huomata. Liikkuminen hankaloituu, kun lihasten ja nivelten kunto heikkenee, jolloin tulee herkästi liikapainoa ja liikkuminen hankaloituu entisestään. Siitä tulee vaarallinen noidankehä. Tutkimusten mukaan jopa puolen kilometrin kävely levähtämättä, tuolista tai portaita nouseminen tai kyykistyminen voi olla ikääntyneille ihmisille haastavaa tai jopa mahdotonta. Monet kokevat vaikeutta liikkua jo nuoremmallakin iällä, jolloin arjesta selviytyminen eli omatoiminen kotona asuminen sekä töissä ja harrastuksissa käyminen saattaa pahimmassa tapauksessa estyä. Kuten kuvassa 1 näkyy, jos nykyinen riskitekiäjöiden kehitys jatkuu samana, niin vakavasti liikkumisrajoitteisia voi Suomessa olla jopa 400 000 vuonna 2044. [2; 3.]



Kuva 1. Vähintään suuria vaikeuksia kävelyssä kokevien määrän arvio Suomessa vuosina 2000–2044 [2].

Jos pelkästään ylipaino saataisiin puolitettua, olisi kävelyssä vaikeuksia kokevien määrä 20 % pienempi. Ylipainon puolittamisen tukena on tärkeää puuttua fyysisen toimintakyvyn heikkenemiseen hyvissä ajoin ja ennalta ehkäistä sitä erilaisilla palveluilla ja kuntoutuksilla. [2.] Huonontunut näkö- ja kuulokyky vähentävät huomattavasti liikkumista, jopa terveystarkastuksiin menemistä. Jopa 25 prosenttia eläkeikäisestä väestöstä kokee näkönsä heikentyneen huomattavasti. [3.]

Huono fyysinen kunto ja arkitoimissa suoriutumisen vaikeus heikentää ikäihmisten mielenterveyttä. Noin 15 prosenttia eläkeikäisistä kokee mielenterveytensä heikoksi. Iäkkään ihmisen masennusta voi olla vaikea erottaa muiden sairauksien, kuten muistisairauksien, oireista. Muiden palveluiden tarve vähenee, kun iäkkään ihmisen mielenterveyttä tuetaan. [4.]

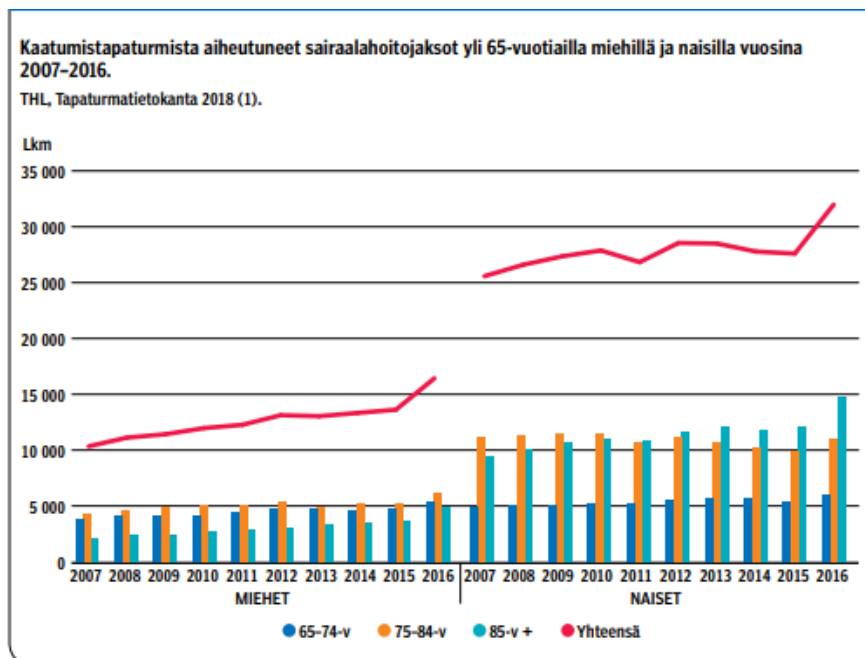
Rajoittuneella fyysisellä toimintakyvyllä on suuri yhteys kognitiiviseen toimintakykyyn. Kielen sujuvuus ja oppimiskyvyn heikkeneminen rajoittavat mielekkäästi suoriutumista töissä ja harrastuksissa. Kognitiivisen toimintakyvyn yleisin heikentynyt osa-alue on

muisti. Iän myötä muisti heikkenee, vaikka ei sairastaisikaan muistisairautta. Jopa 50 prosenttia eläkeikäisistä kokee muistinsa heikentyneen hieman tai huomattavasti. Puolet heistä on yli 80-vuotiaita. Keskittyminen ja oppiminen ei ole ihan niin selkeästi heikompaa ikääntyneillä. Muistisairauksia sairastavien määrä kasvaa huomattavasti lähivuosisikymmeninä, kun eläkeikäisten ikäryhmän koko kasvaa. Tätä voidaan ehkäistä tukemalla kognitiivista toimintakykyä hyvissä ajoin ja vähentämällä fyysisen toimintakyvyn vaaratekijöitä, kuten ylipainoa. [3.]

Sosiaalinen toimintakyky vaarantuu usein heikon muun toimintakyvyn seurauksena. Kun esimerkiksi liikkuminen on hankaloitunut, herkemmin jää kotiin eikä ole yhteydessä sukulaisiin tai ystäviin. Noin 32 % ikääntyneistä miehistä ja noin 14 % ikääntyneistä naisista pitää yhteyttä ystäviin tai sukulaisiin harvemmin kuin kerran viikossa. Moni ikääntyneistä kokee, että heillä ei ole yhtään läheistä ystävää, jonka kanssa voisi keskustella kaikista asioista luottamuksellisesti. Noin 13 % ikääntyneistä kokee, että heillä ei ole yhtään läheistä ystävää. Näistä henkilöistä suurempi osa on miehiä. Yksinäisten lukumäärä kasvoi iän myötä. Noin 10 % ikääntyneistä kokee itsensä yksinäiseksi. Monien ystävät ja puoliset ovat jo edesmenneet. Yksinäisyys lisää muiden toimintakyvyn osa-alueiden heikentymisen riskiä. Iän myötä myös luottamus toisiin ihmisiin ja vastavuoroisuuteen on heikentynyt. Jopa 37 % ikääntyneistä ei luota toisiin ihmisiin. Noin 76 % ikääntyneistä ei käy kulttuuritapahtumissa, uskonnollisissa tapahtumissa tai kerho- tai yhdistystoiminnassa vähintään kerran kuukaudessa. Noin 64 % ikääntyneistä ei harrasta ulkoilua tai muuta harrastusta vähintään kerran viikossa. [3.]

Ylipaino ja heikentynyt fyysinen toimintakyky, kuten jalkojen lihasvoimien ja tasapainon heikkous, altistaa myös erilaisille tapaturmille, joista yleisin on kaatuminen. Toisaalta myös pelko kaatumisesta ja siitä seuraavista vammoista vähentävät liikkumista. Kaatumisen riskitekijöitä ovat esimerkiksi toiminta- ja liikkumiskyvyn lisäksi eri sairaudet ja niiden lääkitykset, runsas alkoholin ja lääkkeiden käyttö tai epäsopivien lääkkeiden käyttö sekä näkökyvyn heikkeneminen ja ravitsemustaso. Ulkoisiin vaaratekijöihin lukeutuu asuin- ja liikkumisympäristö. Yleisimmät vammat, jotka johtuvat kaatumisesta, ovat lonkkamurtumat sekä pään, nilkkojen ja ranteiden vammat. Kaatumisen seuraukset voivat olla vakavia. Jos henkilö on kaatunut kerran, hän kaatuu uudestaan hyvin todennäköisesti, ja usein kaatuminen voi johtaa pitkiin sairaalajaksoihin, jotka voivat jopa lopulta

johtaa kuolemaan. Noin 1 000 henkilöä kuolee vuosittain kaatumisen seurauksena Suomessa, ja kaatuminen myötävaikuttaa noin 800 henkilön kuolemiin. Kuten kuvasta 2 näkyy, kaatumistapaturmista johtuneiden sairaalahoitojen määrät ovat suuret. [5; 6.]



Kuva 2. Kaatumistapaturmista aiheutuneen sairaalahoitojaksot vuosina 2007–2016 [6].

Määrät ovat myös kasvussa, sillä vanhusten määrä on lisääntynyt vuosien mittaan. Sairaalahoidon ja sen jälkeiset kustannukset ovat suuret. Vuonna 2015 kaatumisvammojen sairaalahoitokustannukset ja siitä seuraavat jälkikustannukset olivat 200 miljoonaa euroa. Pelkästään lonkkamurtumien sairaalahoitojaksoja seuraavan vuoden kokonaiskustannukset olivat noin 30 000 euroa yhtä henkilöä kohden. Lonkkamurtumia tulee vuosittain noin 6 000 Suomessa. Sairaalahoitojaksot ovat lyhentyneet, mikä on hyvä vanhus­ten kannalta, kunhan kuntoutuksesta ja uusien kaatumisten ennaltaehkäisystä huolehditaan. [6.]

Kaatumista voidaan ehkäistä huolehtimalla, että ulkoisiin ja sisäisiin vaaratekijöihin puututaan. Jotta kaatumista voidaan ennaltaehkäistä tehokkaasti, tarvitaan huolellisesti, yksilöllisesti ja yhteisesti tehty toimintasuunnitelma, jossa otetaan huomioon sekä ulkoiset että sisäiset vaaratekijät. Ulkoisia vaaratekijöitä, kuten asuinympäristön turvallisuus ja esteettömyys, on helpompi huomioida. Asuinympäristön turvallisuuteen lukeutuvat valaistus, sopivat jalkineet, liikkumisalustojen tasaisuus ja liukkauden esto, tukikaiteet ja

levähdyspaikat. Sisäisten vaaratekijöiden tunnistamiseen on kolme kriteeriä, ja ne sisältyvät IKINÄ-toimintamalliin (kuva 3). Ensimmäinen kriteeri ohjaa puuttumaan apua tai hoitoa tarvitsevien tilanteisiin, jotka johtuvat kaatumisesta tai kaatumistapaturmasta. Toinen kriteeri edellyttää liikkumisen ja tasapainon arviointia iäkkäillä potilailla, kuten tarkastelemalla, kuinka seisomaan nousun ja muutaman metrin kävelyn suorittaminen onnistuu. Kolmas kriteeri edellyttää kysymistä aikaisemmista kaatumisista. Jos kaatumisia on ollut kaksi tai enemmän viimeisimmän vuoden aikana, pitää selvittää yksilöllisesti vaaratekijät, kun taas jos kaatumisia on ollut vain yksi, ryhdytään vaaratekijöitä selvittämään vain, jos liikkuminen ja tasapaino ovat heikentyneet. [6.]



Kuva 3. IKINÄ-toimintamallin sisältö [7].

Kuvasta 3 nähdään, kuinka kolmatta kriteeriä käytetään IKINÄ-toimintamallin avulla. Tämän mallin toimintapolku sopii toimintaympäristöstä riippumatta kaikkien iäkkäiden kaatumisten ehkäisyn järjestämisen malliksi. [7.]

2.2 Perinteinen vanhusten fysioterapia

Tehokkain tapa ehkäistä toimintakyvyn eri osa-alueiden heikkenemistä ja niistä johtuvia kaatumistapaturmia ovat fysioterapeuttiset harjoitteet. Jo kaksi tuntia viikossa tehdyillä harjoitteluilla voidaan tehokkaasti ennaltaehkäistä fyysisen toimintakyvyn heikkene-

mistä. [6.] Fysioterapia on lääkinällistä kuntoutusta, ja se pyrkii vaikuttamaan toimintakykyyn ja arkielämästä selviytymiseen. Sen on tarkoitus ehkäistä, korjata ja tasapainottaa erilaisia toimintakyvyn häiriöitä sekä olemassa olevan eri toimintakyvyn osa-alueiden ylläpitoa ja parannusta. Ongelmiin pyritään vaikuttamaan erilaisien harjoitteiden ja terapian keinoin sekä ohjaamaan ja neuvomaan niiden toteuttamisessa. Kuntoutuksen suunnitelma tehdään aina yhdessä asiakkaan kanssa huomioiden yksilölliset tarpeet ja toimintakyky. Omaehtoinen harjoittelu ja kotona selviytyminen sekä toimintakyvyn haittojen ennaltaehkäisyn tukena oleminen ovat fysioterapian tavoite. Erityisesti vanhuksille suunnattu geriatrinen fysioterapia voi sisältää esimerkiksi tasapaino- ja kävelyharjoituksia, lihasvoimaa ja liikkuvuutta lisääviä harjoitteita, muistin ja kognitiivista toimintakykyä tukevia harjoituksia sekä kivunlievitystä manuaalisesti käsitellen ja fysikaalisesti hoitaen. [8; 9.]

Manuaalisessa terapiassa on tarkoitus palauttaa nivelten, lihasten, hermo- tai fascia-rakenteiden toimintakyky optimaaliseksi heikentyneen liikkeenhallinnan, alentuneen nivelliikkuvuuden tai kivun takia. Manuaalisessa terapiassa terapeutti arvioi käsin asiakkaan fyysistä toimintakykyä sekä hermojen, lihasten ja nivelten toimintaa. Tarkoituksena on ohjata manuaalisesti liikkeitä kuormitustekijöiden välttämiseksi. Tähän voi kuulua myös ohjaavia ja tukevia teippauksia. Fysikaalisessa terapiassa pyritään lievittämään kipua, tukemaan kudosten paranemisprosesseja sekä aktivoimaan lihasten liikkuvuutta ja venyvyyttä. Tämän terapian muotoja on monia erilaisia. Niihin sisältyy esimerkiksi lämpö- ja kylmähoitoja sekä sähkökipuhoitoja. Fysikaalisia menetelmiä käytetään usein ennen manuaalista, jotta manuaaliset hoidot olisivat tehokkaampia. Fysioterapiassa usein näytetään liikkeitä, joita asiakas voi sitten kotona tehdä itsenäisesti. [10.]

Yli 65-vuotiaille suositellaan vähintään kaksi kertaa viikossa harjoittaa lihasvoimaa, tasapainokykyä ja notkeutta ja joko tunti viisitoista minuuttia rasittavaa liikuntaa viikossa, kuten vesijuoksua tai pyöräilyä yli 20 kilometriä tai kaksi ja puoli tuntia reipasta liikuntaa viikossa, kuten marjastus tai sauvakävely. Näiden lisäksi suositellaan mahdollisimman usein kevyttä liikuskelua ja taukoja paikallaanoloon niin usein kuin voi. Riittävästi palauttavan unen saamiseen on tietenkin myös pyrittävä. [11; 12.] Vahvan luuston tueksi suositellaan monipuolisen ravinnon lisäksi säännöllistä kehon painoa kantavaa liikuntaa, kuten kuntosaliharjoittelua, kuntojumppaa tai tanssia. Luiden aineenvaihduntaa aktivoivat myös esimerkiksi tömistely- ja hyppelytyyppiset harjoitteet, mutta silloin pitää ottaa huomioon mahdolliset liikunta- ja tukielinvaivat sekä nivelien kulumat. [13.]

Tärkeintä fysioterapeuttisissa harjoitteissa on säännöllisyys ja nousujohteisuus. Alkulämmittelyn on tarkoitus valmistella kehon tuki- ja liikuntaelimestö raskaampiin harjoitukseen aktivoimalla verenkiertoa ja aineenvaihduntaa. Tällöin myös loukkaantumisen riski pienenee. Jokaiselle valitaan yksilöllisten tavoitteiden mukaiset liikkeet. Alkulämmittelyn suositellaan n. 10–15 minuuttia, ja jokaista liikettä toistettaisiin noin 30 kertaa eli jokaiseen liikkeeseen menisi noin minuutti. Suurimman osan liikkeistä voi tehdä joko istuen tai seisaaltaan. Alkulämmittelyliikkeisiin lukeutuu muun muassa marssimista paikallaan, painonsiirtoa jalalta toiselle, hiihtoliikkeitä, puolikyökkyyntä, varpailla kävelyä, seisomaannousua ja melontaliikkeitä ja monia muita. [14.]

Monet harjoitteet sisältävät myös joko pallon tai kepin kanssa liikkumista. Esimerkiksi painonsiirto tehdään pallon kanssa siten, että palloa pidetään molemmilla käsillä kiinni koko ajan ja siirretään painoa molemmille jaloille vuorotellen niin, että vastakkainen jalka nousee hieman ilmaan. Myös esimerkiksi selänpyöritys toimii siten, että pidetään molemmilla käsillä kiinni pallosta ja ojennetaan palloa niin pitkälle eteen kuin pystyy ja samalla lasketaan katse maahan ja laitetaan pää käsien väliin. Esimerkiksi melontaliikkeen teossa käytetään apuna keppiä kuvitellen, että se on mela. Kuten kuvasta 4 näkyy, jotkin liikkeet ovat joko pareittain tai ryhmissä suoritettavia yhteisliikkeitä, kuten pallon kierrättäminen parin kanssa istuen tuolien selkänojat vastakkain ja ojennetaan palloa molemmilla käsillä yhtä aikaa sivukautta ja tehdään tämä molempiin suuntiin. [14.]



Kuva 4. Ohje pallonkiertoon pareittain istuen [14].

Lihusvoimaharjoittelusta suositellaan tehtävän sen verran raskasta, että jaksetaan tehdä vain 10–15 toistoa rauhallisella tahdilla. Sarjoja liikkeissä tehdään kolme, minkä jälkeen tehdään toiseen liikesuuntaan myös. Esimerkiksi tehdään varpailenousua jalkaprässin jälkeen. Lihakset vahvistuvat parhaiten jarruttavalla lihastyöllä, eli tärkeää on laskea painot alas hitaasti. Noston voi tehdä melko nopeasti. Erityisesti alkuvaiheessa suositellaan lisättävän vastusta usein, mutta vähän. Jos suoritustekniikka rupeaa kärsimään, voidaan aina tarvittaessa pienentää vastusta. Suositeltuihin lihasvoimaharjoitteisiin kuuluu muun muassa jalkaprässi ja varpailenousu, polvien ojennus ja koukistus, polvennostot ja parkapotkut tarrapainoilla sekä soutu ja käsien ojentajien vahvistus kuminauhan avulla. Lihusvoimaharjoitteissa on apuvälineinä kuminauha, tarrapainot, käsipainot ja monet kuntosalilaitteet. Kuten kuvasta 5 näkyy, kuminauhaa vedetään molemmilla käsillä taaksepäin ja samalla puristetaan lapaluita yhteen. Tämä liike auttaa selän lihaksien voimistamisessa ja erityisesti lapaluiden lihasten kunnossa pitämisessä. [14.]



Kuva 5. Ohje soutamiseen kuminauhan avulla [14].

Tasapainoharjoitteita tehdään lihasvoimaharjoitteiden lisäksi joko niitä ennen tai niiden lomassa. Jokaisen liikkeen suoritusaika ja sen jälkeinen lepoaika voi olla sama kuin lihasharjoitteissa. Tasapainoharjoitteita suositellaan tehtävän kahdesta neljään eri harjoitteeseen. Myös näissä, kuten lihasvoimaharjoitteissa, suositellaan vaikeuden lisäämistä. Tasapainoharjoitteisiin lukeutuu esimerkiksi vaahtomuovialustalla seisominen ja samalla esimerkiksi hernepussien heittäminen koriin tai ämpäriin tai pallottelu, keinualueen läpi kävely tai tasapainoilu ja tandemkävely. Tasapainoharjoitteissa on myös erilaisia apuvälineitä, kuten vaahtomuovialusta, keinualue, pallo ja trampoliini. Trampoliini on pieni, ja

siinä on kaide yhdellä sivulla. Tandemkävely suoritetaan esimerkiksi niin, että kävellään suoraa linjaa lattialla. Jalat tulevat askelluksissa peräkkäin kiinni toisiinsa ja ovat samassa linjassa. Vaikeutta voi lisätä pallottelemalla askeleiden välissä tai kävelemällä vaahtomuovipuomilla. [14.]

Lopuksi verrytellään. Verryttelemällä palautetaan keho lepotilaan eli tasataan sykettä ja poistetaan kuona-aineita lihaksista. Nämä liikkeet voivat olla osittain samojakin kuin alkulämmittelyssä ja voidaan myös keskittyä rauhalliseen hengitykseen ja korostaa sen tärkeyttä. Erityisesti vanhuksilla loppuverryttely on erittäin tärkeää, sillä iän myötä rasituksesta palautuminen hidastuu. Suositeltua on esimerkiksi kävellä rauhallisesti ravistellen samalla käsiä ja jalkoja sekä keskittyä rauhallisesti hengittämiseen. Sen lisäksi raajojen nivelten pyörittelyt ja venyttelyt ovat hyviä loppuverryttelyn liikkeitä. Lopuksi voi rentoutua esimerkiksi istuen tuolilla tai maton päällä maaten selin ja hengittämällä rauhallisesti samalla, kun jännittää eri lihaksia vuorotellen hetken aikaa. [14.]

2.3 Digitaaliset kuntoutuspelit

Digitaalisten kuntoutuspelien trendin aloittaja oli Nintendo, joka kehitti Wii-kotikonsolilaitteen vuonna 2006. Sen ideana oli, että pelaajalla on toisessa kädessä ohjain, jota laitteen sensori pystyy jäljittämään kolmessa ulottuvuudessa. Tälle laitteelle kehitettiin Wii Fit -tasapainolauta ja monia urheilullisia pelejä. Kuvassa 6 voidaan nähdä Wii Fit -kuntoilupelin virtuaalinen hahmo näyttämässä esimerkkiä suoritettavista liikkeistä. Tutkimusten mukaan nämä pelit hyödyttävät kuntoutujia yläraajojen liikkuvuudessa, käsien motorisissa, puristusvoimassa ja tasapainoilussa. [15.]



Kuva 6. Wii Fit -pelissä liikkeitä opastava virtuaalinen hahmo [16].

Kognitiivisen ja fyysisen toimintakyvyn tueksi on kehitetty esimerkiksi Muistipuisto (<https://www.muistipuisto.fi/>). Se on maksuton verkkopalvelu, joka ei edellytä kirjautumista. Sitä voi käyttää tietokoneella verkkoselaimilla, tabletilla tai älypuhelimella. Siinä on monipuolisia aivotreenipelejä, visoja, rauhoittumista, videojumbpia lihasvoiman, liikkuvuuden ja tasapainon tueksi, musiikkia, muistelua ja jopa ruokareseptejä muistin tueksi. [17.]

Kognitiivisen, fyysisen ja sosiaalisen toimintakyvyn tueksi on kehitetty myös Sävelsirku-niminen palvelu (<https://savelsirkku.fi/>). Se on saatavilla verkkoselaimeen ja älypuhelimille sekä pilvipalveluna. Se on tarkoitettu tunnemuistin aktivointiin ja yleisen elämänlaadun parantamiseen erilaisin ryhmätoimintaharjoituksin. Siitä löytyy ryhmäpelejä ja liikuntaa, kuten tietokilpailuja ja naurujoogaa, yhteislauluja, musiikkia eri aikakausilta ja musiikkityyleistä, muistiharjoitteita, hengellisiä ohjelmia, rentoutumisharjoituksia, runoja ja selkouutisia. Lisäksi on äänikirjoja lukesteisille henkilöille. [18.]

Näiden lisäksi on kehitetty laite vanhukset mielessä ja he, joilla on heikentyneet motoriset taidot ja huono näkö: Yetitablet. Se toimii avoimella Android-käyttöjärjestelmällä, ja sitä on eri ko'oissa 27 tuumasta 98 tuumaan. Se muuntautuu myös interaktiiviseksi pelilaudaksi telineen kääntyvyyden ansiota. Yetitabletia tehdään tilauksesta asiakkaan tarpeiden mukaan erilaisilla spesifikaatioilla. Terapeuttisiin virkistyksiin siinä on mahdollisuus videopuheluihin, uutisten ja elokuvien katsomiseen, karaoken laulamiseen ja musiikin kuuntelemiseen. Sen lisäksi on muisteluterapiaa Google Earthin avulla. Sillä voi pelata pelejä, kuten tietokilpailuja, bingoa, muistipeliä ja hirsipuuta, samalla kun stimuloi kognitiivisia toimintoja. Kuvassa 7 nähdään, kuinka vanhus pelaa peliä oman keppinsä avulla muiden vanhusten kanssa. Fyysistä kuntoutusta sillä voi tehdä interaktiivisilla peleillä ja silmän ja käden koordinaatiota vaativilla peleillä. Sillä voi harjoittaa myös sosiaalisia taitoja ja päivittäisen elämän toimintoja. [19.]



Kuva 7. Vanhuksia pelaamassa Yetitabletilla yhdessä [19].

Fyysisen ja kognitiivisen toimintakyvyn sekä tasapainon avuksi on kehitetty Moto Tiles -niminen tuote. Se sisältää kymmenen neliskulmaista laattaa, joissa on keskellä ympyrä, joka pystyy aistimaan painetta ja joka on mahdollista saada loistamaan kahdeksassa eri värissä. Laattojen reunat on tehty kuin palapelin palat, niin että niitä voi kiinnittää toisiinsa haluamallaan tavalla ja tehdä eri kuvioita, kuten suoraksi linjaksi, kuutioksi tai hevosenkengäksi. Näille laatoille on oma sovelluksensa, jossa on pelejä, jotka haastavat fyysistä toimintakykyä, kuten nopeus- ja rytmipelejä, pelejä, jotka haastavat kognitiivista toimintakykyä, kuten muisti-, ääni- ja aivopelejä, sekä pelejä, jotka haastavat tasapainoa. Vaikeusastetta on helppo muuttaa vaihtelemalla laatoilla kuvioita ja niiden määrää. [20.]

On myös kehitetty iWall-niminen tuote, joka on iso älytelevisio, jossa on yksi tai kaksi näyttöä ja jonka alla on sensori liikkeiden tunnistamiseen. iWallille on kehitetty erilaisia pelillisiä kuntoutusharjoitteita, jotka kehittävät koordinaatiokykyä ja reaktionopeutta, lihaskuntoa ja liikkuvuutta sekä kehonhallintaa. iWall on suunniteltu toimimaan kaikenikäisillä tai -kuntoisilla. Kuvassa 8 nähdään, kuinka sitä pystytään pelaamaan niin seisten kuin pyörätuolista. [21.]



Kuva 8. iWallilla pelaamassa olevia henkilöitä, toinen pyörätuolista ja toinen seisten [21].

2.4 Digitaalisten menetelmien hyödyntäminen perinteisessä kuntoutuksessa

Digitaalisten menetelmien apu mahdollistaa kuntoutuksen paikasta ja ajasta riippumatta. Pelilliset menetelmät tuovat hauskuutta ja vaihtelevuutta perinteiseen kuntoutukseen ja vähentävät sukupolvi-eroja ja kynnystä ryhmätoimintaan. Nykyisellä vanhussukupolvella ei ole juurikaan digiosaamista, kun taas nuoren sukupolven kuntoutujat ovat osaavampia. Näin löytyy yhdessä ihmettelemistä. Valmiiksi tehtyjen kuntoutussovellusten ja palveluiden avulla saadaan lisättyä henkilökunnan työprosessiin sujuvuutta ja kuntoutettavien osallisuutta. Digitaalisilla menetelmillä pääsee myös esimerkiksi muistojen retkelle lapsuuden maisemiin ja saadaan tunne-elämyksiä aikaan ja aktivoidaan aivojen eri muistialueita. Kun tuodaan kuntoutukseen myös ääniä ja muita aisteja stimuloivia osa-alueita, vaikutus kuntoutettavaan on huikea. Tutkimusten mukaan digitaalisilla kuntoutusmenetelmillä on toimintakyvyn hidastumisen kannalta positiivinen ero perinteiseen kuntoutukseen verrattuna. Kuntoutus on tehokkaampaa ja alentaa myös henkilöstön kuormittamista. Lisäksi kuntoutettavien elämänlaatu ja osallisuus on parantunut. [22.]

3 Virtuaalitodellisuus kuntoutuksen tukena

3.1 Erilaiset virtuaalitodellisuusjärjestelmät

Virtuaalitodellisuus on uudehko teknologian kehityksen haara, ja sen uskotaan parantavan elämänlaatua monilla eri toimialoilla. Vaikka siitä on paljon hyötyjä, on myös haasteita. Virtuaalitodellisuus tuskin koskaan korvaa perinteisiä menetelmiä, mutta tulee todennäköisesti niiden rinnalle tueksi.

Erilaisia virtuaalitodellisuusjärjestelmiä on nykyään monia. Tällä hetkellä suurimmat virtuaalitodellisuuslaitteiden valmistajat ovat Oculus, HTC, Playstation ja Valve. Näiden lisäksi ovat Google Cardboard ja Samsung Gear VR.

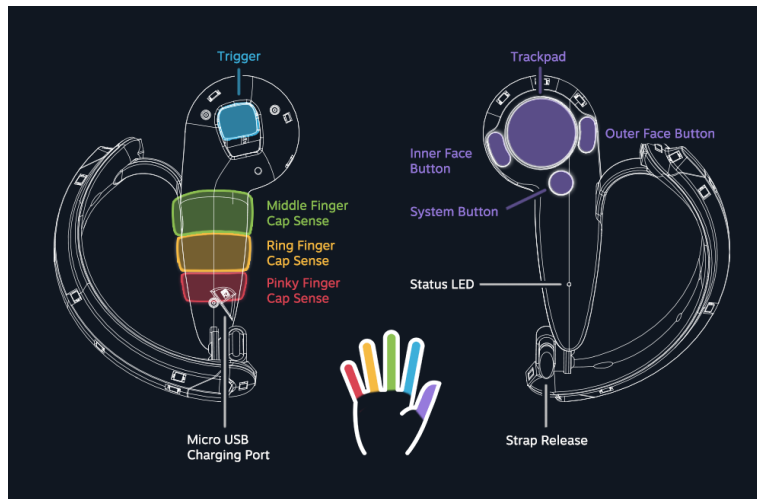
Oculuksen järjestelmiä ovat Oculus Go, Oculus Quest 1 ja 2 sekä Oculus Rift S. Go ja Quest eivät tarvitse muita laitteistoja pelaamiseen, eikä niissä ole johtoja. Go toimii mobiilisovelluksen avulla, ja Quest voidaan yhdistää tietokoneeseen. Rift S edellyttää tietokoneen, mutta siinä on enemmän tehoa kuin Questissa tai Gossa. Questista ja Rift S:stä on niin sanottu ”vapauden kuusi astetta”, mikä tarkoittaa sitä, että laite kykenee seuraamaan kehon ja pään liikkeitä ja pystyy siirtämään ne realistisella tarkkuudella virtuaalitodellisuuteen, kun taas Gossa on vapauden kolme astetta eli se pystyy siirtämään ne vain VR:n 360 asteen katselualueelle. Kaikki kolme eivät tarvitse ulkoisia antureita, vaan sensorit toimivat niin sanotusti sisältä ulospäin eli virtuaalilasien sensorit tarkkailevat ympäristöä. Gota suositellaan käytettävän istuallaan. Questilla ja Rift S:llä on kaksi Touch-ohjainta, kun taas Golla on yksi ohjain. Touch-ohjaimet siirtävät luonnollisella tarkkuudella käsien liikkeitä ja toiminnot. Golla on 60 Hz:n virkistystaajuus, Questilla on 1:ssä 72 Hz:n ja 2:ssä on 90 Hz:n ja Rift S:llä on 80 Hz:n virkistystaajuus. Näytön resoluutio on paras Rift S:llä: 2560 x 1440, kun taas Quest 2:ssä 1832 x 1920, Quest 1:ssä 1440 x 1600 ja Golla on 1280 x 1440. Tallennustilaa Golla on 32–64 gigatavua, Quest 1:ssä 64 Gigatavusta 128 Gigatavuun ja Quest 2:ssä 64 gigatavusta 256 gigatavuun, kun taas Riftin tallennustila riippuu tietokoneen tallennustilasta. Kaikissa laitteissa on virtuaalilaseihin rakennetut kaiuttimet, mutta niissä on saatavilla 3,5 mm:n ääniliitännät, jotta voi valita, käyttääkö niitä kuulokkeilla vai ilman. Kaikki voidaan käyttää silmälasien kanssa. [23.]

HTC:n järjestelmiä ovat Vive-sarja, johon kuuluu kaksi erilaista järjestelmää, ja Cosmos-sarja, johon kuuluu myös kaksi erilaista järjestelmää. Kaikki HTC:n virtuaalitodellisuuslaitteet vaativat tietokoneen toimiakseen. Alkuperäisen Viven resoluutio on 2160 x 1200 pikseliä, kun taas perus-Cosmos-järjestelmässä on 2880 x 1700 pikseliä. Molemmilla on 90 Hz:n virkistystaajuus ja 110 asteen näkökenttä. Vive tarvitsee ulkoiset sensorit huoneen tai tilan nurkkiin, eli pelaajan seuranta toimii ulkoa sisällepäin, kun taas Cosmos toimii samoin tavoin kuin Oculuksen laitteet eli sisältä ulospäin, ts. ne eivät tarvitse ulkoisia sensoreita vaan virtuaalilaseissa on ympäristöä seuraavat sensorit. Molemmissa malleissa on kahdet ohjaimet vaikkakin erilaisen malliset. Vive-mallista on olemassa Pro-versio, jossa tekniset tiedot ovat hieman paremmat. Vive Pron resoluutio on 2880 x 1600, sama kuin Cosmos-sarjalla. Cosmos-sarjasta on myös Elite-versio, joka on muutoin sama kuin perus-Cosmos, mutta se toimii samalla tavalla kuin Vive eli tarvitsee ulkoiset sensorit seurantaan varten. Ulkoiset sensorit ovat hieman tarkemmat kuin virtuaalilaseihin integroidut sensorit. [24.]

Playstationin virtuaalilaseja on myös kaksi eri mallia. Ne toimivat Playstation 4:llä ja 5:llä. Niissä ei ole huoneen nurkkiin sijoitettavia sensoreita, vaan eteen sijoitettu kamera seuraa virtuaalilasien yhdeksää LED-valoa, jotka ovat edessä, takana ja sivuilla. Sen lisäksi kamera seuraa sekä perinteisen Dualshock-ohjaimen että Move-ohjaimen valoja. Näiden lisäksi Playstation VR:lle on ampuma-asetta muistuttava ohjain, joka on yhteensopiva ampumispelien kanssa. Näiden molempien mallien resoluutio on 1920 x 1080 ja virkistystaajuus 90 Hz:stä 120 Hz:iin. Näkökenttää on 100 asteen verran. Molemmissa on sisäänrakennetut kuulokkeet ja mikrofoni, jotta voi olla yhteydessä muihin pelaajiin. Ainoina eroina ovat virtuaalilasien koko ja paino, jotka ovat pienentyneet hieman mallin toisessa versiossa. [25.]

Valve on kehittänyt myös oman virtuaalitodellisuusjärjestelmänsä nimeltä Index, joka on yhteensopiva Steam VR:n kanssa. Index tarvitsee ulkoiset sensorit huoneen nurkkiin asetettaviksi. Seuranta toimii jo yhdellä sensorilla, mutta pelitilaa saa laajennettua lisäämällä siihen yhdestä kolmeen sensoria, jolloin pelitilan saa laajennettua jopa 10 x 10 metriksi. Indexin erikoisuutena ovat sen ohjaimet. Ne pystyvät seuraamaan sormien liikkeitä reaaliaikaisesti, jotta peleissä pystyy näkemään omat kätensä käsinä eikä ohjaimina, kuten muissa virtuaalitodellisuusjärjestelmissä. Ohjaimissa on 87 anturia, joilla voidaan seurata käden ja sormien sijaintia, liikettä ja painetta. Ohjain osaa kalibroituja jokaiseen käteen koon ja ihon sähkönvaraamiskyvyn mukaisesti. Esimerkiksi esineen

voi poimia pelissä kuten oikeastikin eli painamalla käden sen ympärille ja päästää irti avaamalla käsi. Kuten kuvasta 9 näkyy, ylimpänä Valve Indexin ohjaimessa ovat keskisormen sensorien paikat, niiden alapuolella nimettömän sormen sensorien paikat ja alimpana pikkusormen sensorien paikat. Etusormien sensorit ovat liipaisimissa ja peukaloiden sensorit ohjaimen kosketuslevyissä. [26; 27; 28.]



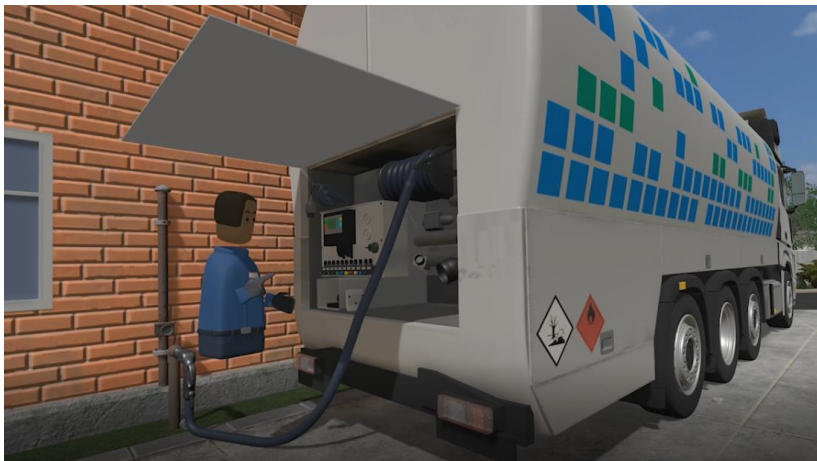
Kuva 9. Valve Indexin ohjaimen sensorien paikat [29].

Itse virtuaalilasien resoluutio on 1440 x 1600 ja virkistystaajuus on 80 Hz:stä 144 Hz:iin. Indexin näkökenttä on 130 astetta. On myös sisäänrakennetut kaiuttimet ja mikrofoni. Kuulokkeet ovat lasihin kiinni rakennetut, ja ne ovat hieman irti käyttäjän päästä, mikä takaa aidomman kuuloiset äänet ja viileämmän käyttökokemuksen. [26; 27; 28.]

Mobiililaitteilla käytettäviä virtuaalilaitteita ovat Google Cardboard ja Samsung Gear VR. Google Cardboard ei sinänsä ole virtuaalitodellisuusjärjestelmä, vaan se on pelkästään älypuhelimien teline, joka toimii virtuaalitodellisuusjärjestelmänä. Puhelimelle löytyy sovelluksia Google Play -kaupasta, joita voi sitten pelata Cardboardin avulla. Cardboard ei tarjoa mukana erillistä ohjainta, joten se pitää hankkia itse. Ohjain yhdistetään puhelimeen Bluetoothin avulla. [30.] Gear VR on myös laite, johon liitetään näytöksi älypuhelin, mutta sille on omat erilliset ohjaimet. Nekin yhdistetään puhelimeen Bluetoothin avulla. Tämän laitteen kanssa ovat yhteensopivia vain tietyt Samsungin älypuhelimet. [31.]

3.2 Virtuaalitodellisuuden hyödyt ja haasteet

Virtuaalitodellisuutta on hyödynnetty jo monilla eri toimialoilla esimerkiksi koulutuksissa, terveyspalveluissa ja kuntoutuksissa. Virtuaalitodellisuuden avulla voidaan rakentaa oppimiskokemus alusta lähtien sellaiseksi kuin halutaan ja tilanne pystytään pitämään täysin hallinnassa. Koulutettavat oppivat paremmin virtuaalitodellisuutta hyödyntäen kuin vain perinteisillä menetelmillä, kuten lukemalla tai katsomalla opetusvideoita. Tekemällä oppii eri tavalla, sillä muistijäljet ja lihasmuisti aktivoituvat toisin kuin lukiessa. Virtuaalilla koulutuksella voidaan tehostaa oppimista ja poistaa työkuormaa kouluttajilta. Virtuaalista koulutusta pystyy tekemään ajasta ja paikasta riippumatta, ja se kerää arvokasta dataa sovelluksen käyttäjistä. Virtuaalisilla koulutuksilla säästää niin matkustuskustannuksissa kuin virheiden aiheuttamissa kuluissa. Virtuaalitodellisuuden avulla voivat virtuaalisesti matkustaa sellaiset ihmiset, joilla on jokin vamma tai immuuniriskiä lisäävä sairaus. Kouluttajat pystyvät dataa katsomalla arvioimaan paremmin, onko koulutettava valmis harjoittelemaan oikeilla välineillä vai tuottavatko jotkin tehtävät ongelmia. Lisäksi virtuaalitodellisuuskoulutussovelluksessa koulutettava saa palautetta reaaliajassa ja pystyy näkemään edistymisensä. Esimerkiksi oikean bussin pitäminen koulutustilanteissa paikallaan on kallista, joten virtuaalitodellisuuden avulla voidaan opastaa kuljettajia lähtötarkastuksen teossa ilman oikeaa bussia. Kuten kuvasta 10 näkyy, sovelluksessa seurataan virtuaalista hahmoa, joka tekee ja näyttää kaiken oleellisen. [32; 33.]



Kuva 10. Bussin lähtötarkastukseen kouluttavan sovelluksen esimerkkiä näyttävä hahmo [33].

Koulutettava voi toistaa harjoitusta niin monta kertaa kuin halutaan. Koulutussovellus voi myös olla koulutettavan äidinkielestä riippumaton. Erilaisin huutomerkein ja muin merkein pystyy koulutettavalle ilmaisemaan tarvittavien kohtien tarkastamista esimerkiksi juuri tässä bussin lähtötarkastussovelluksessa. Näin kouluttaja saa tiedon siitä, että koulutettavalla ovat tarvittavat tiedot ja taidot kunnossa, vaikka kielitaito ei olisikaan sujuvaa. [32.]

Myös esimerkiksi hoitotyön koulutuksessa on käytetty virtuaaliodellisuuden avulla tehtyjä ratkaisuja. Oxfordin yliopistossa lääkärit ja sairaanhoitajat voivat harjoitella erilaisia toimenpiteitä ja potilaskohtaamisia täysin virtuaalisessa ympäristössä, esimerkiksi lääkkeidenjakoa. Hoitotyössä on monia lainalaisuuksia, jotka eivät näy ulospäin, ja virtuaalisessa harjoitteluympäristössä pystyy harjoittelemaan ilman riskejä, jotta saadaan parempi ymmärrys. Kohtaamistilanteet ovat eettisempiä, kun reaktioita ja käyttäytymistä voidaan harjoittaa. Luonnollista ihmisinteraktiota yritetään kehittää, jotta liikkeet olisivat virtuaalisilla hahmoilla mahdollisimman realistiset. Virtuaalisella harjoitussovelluksella voidaan luoda virhetilanteita vaarattomasti, jotta koulutettavat voivat harjoitella esimerkiksi potilasturvallisuutta. Oikeat hoitotilanteiden virheet voivat maksaa jopa miljoonia euroja. [32.]

Lisäksi kuntoilumotiivia voidaan parantaa kuntoilemalla virtuaalisen kuntoilukaverin avulla. National Space Biomedical Research Institute eli kansainvälinen avaruusbiolääketieteellinen tutkimusinstituutti Yhdysvalloissa teki tutkimusta erilaisten kuntoilukavereiden hyödyistä. Tutkimuksessa tehtiin kaksi erilaista virtuaalista kaveria kuntopyöräilyä harrastaville kuntoilijoille. Toista ei pystynyt saavuttamaan koskaan, vaikka kuinka nopeasti tai hitaasti polki, ja toisen pystyi ohittamaan. Kuvassa 11 nähdään, kuinka virtuaalinen kuntoilukaveri katsoo olkansa yli ikään kuin katsoakseen, onko kuntoileva vielä mukana, jos tämä hidasti tahtia. Myös virtuaaliset kaverit hidastivat tahtia samalla. Tutkimuksen mukaan molemmat lisäsivät kuntoilumotivaatiota. Lisäksi kuntoilevat tulivat useammin paikalle ja polkivat pidemmän aikaa kuin yksin treenaavat. [34.]



Kuva 11. Kansainvälisen avaruusbiolääketieteellisen tutkimusinstituutin tekemän kuntoilukaveri-sovelluksen hahmo, joka katsoo kuntoilevaa olkansa yli [34].

Virtuaalituodellisuutta on käytetty monissa eri terapiamuodoissa, kuten kognitiivisessa terapiassa, joissa tarkoituksena on harjoitella uusia käyttäytymismalleja ja toimintatapoja, jotta haittaa tuottavat ajatukset saadaan suunnattua parempaan suuntaan ja samalla muutetaan tunnekokemuksia. Esimerkiksi Yhdysvaltojen armeija käyttää virtuaalituodellisuutta apuna PTSD:n eli Post Traumatic Stress Disorderin eli posttraumaattisen stressihäiriön hoidossa. Altistusterapiassa sovelluksella luodaan erilaisia tilanteita, kuten arkisia tai sotatilanteita, jotka aiheuttavat stressiä tai fobioita. Tutkimukset osoittavat, että potilaiden stressihäiriön oireet ovat vähentyneet. [32; 35; 36.]

Virtuaalituodellisuudesta on ollut myös apua altistusterapiassa pelkojen ja fobioiden hoidossa, kuten araknofobian eli hämähäkkien pelon tai akrofobian eli korkean paikan kammon hoidossa. Ensin pureudutaan syvemmälle pelon kohteeseen potilaan kanssa juttelemalla ja luodaan sovelluksella tilanne tai ympäristö, esimerkiksi korkean talon katto, josta näkee alas kadulle, tai laitetaan hämähäkkejä liikkumaan potilaan ympärillä. Tärkeää on antaa altistusterapiassa sopiva annos, että pelkotilanne nousee, jotta siitä voidaan keskustella, mutta tarpeeksi pieni, ettei fobia pahene. Myös esimerkiksi kotoa lähtemistä voidaan harjoitella sellaisten kanssa, jotka kokevat siinä vaikeutta. Virtuaalituodellisuussovellukseen laitetaan esimerkiksi kameralla otettu 360 asteen kuva etupihasta, ja potilas voi katsella siinä ympärilleen tai esimerkiksi luontoympäristöön, koska sillä on tutkitusti ihmismieltä ja kehoa rauhoittavia ominaisuuksia. [32; 35; 36.]

Myös esiintymisjännitystä voidaan harjoitella virtuaalisessa ympäristössä. Sinne luodaan esimerkiksi auditorio ja aidonnäköisiä virtuaalisia kuuntelijoita, ja potilas voi harjoitella siellä esimerkiksi puheenpitämistä. Erityisesti aikaresurssien säästämistä on suuria hyötyjä terapiassa. Sovelluksilla voidaan luoda tilanteita, joihin ei ehkä oikeasti voida mennä, kuten keskelle käärmeitä tai hämähäkkejä. Virtuaalisella ympäristöllä saadaan turvallisesti helpotettua potilaiden pelkotasoa ja mahdollistettua esimerkiksi oikean elämän tilanteita, kuten maailmanpyörään uskaltaminen. Virtuaalinen altistusterapia toimii hyvin aloitusaskeleena ennen oikean elämän altistustilanteita. [32; 35; 36.]

Myös skeematerapiamuodossa, jossa hoidetaan tunnelukkoja ja käyttäytymismalleja, käytetään virtuaalitodellisuutta apuna. Sovelluksella voidaan luoda minkälaisia tilanteita tahansa, joiden avulla voidaan selvittää jo olemassa olevia käyttäytymismalleja ja harjoittaa uusia. Esimerkiksi tuolitekniikassa, jossa tarkoituksena on käydä keskustelua omien erilaisten tunnetilojen kanssa ja pohtia, miltä tuntuu, kun on siinä tilassa, pystytään luomaan valokuvien ja videoiden avulla virtuaalinen omakuva esimerkiksi vihaisen näköiseksi ja näin saada vaikuttavuutta terapiamuotoon. Lisäksi virtuaalitodellisuutta käytetään skitsofreenikoiden ääniharhojen hoidoissa. Avatar-terapiassa terapeutti ja potilas kehittävät yhdessä potilaan kuulemille ääniharhoille virtuaalisen hahmon, jolle animoidaan kasvot, ääni ja puhetapa. Tutkimuksien mukaan kuuden viikon Avatar-terapian jälkeen potilaiden äänihallusinaatiot olivat selvästi vähentyneet. Avatar-terapiaa on käytetty tavallisissakin terapiamuodoissa. [32; 35; 36.]

Virtuaalitodellisuutta käytetään myös vanhusten syrjäytymisen torjunnassa. Esimerkiksi 360-asteisen kameran avulla voidaan matkustaa. Näiden järjestelmien avulla voidaan tuoda ulkomaailma sisälle ja näin edesauttaa sitä, että vanhukset pääsevät toteuttamaan itseään, vaikka kunto sitä ei enää mahdollistaisi. Nämä sovellukset myös innostavat ja motivoivat niitä, joita pelottaa mennä ulos, kun on päässyt kokemaan ja tutustumaan siihen etukäteen ensin turvallisesti kotoa käsin. Sovellukseen laitetaan 360-kameran ottama kuva, lisätään hieman ääniä ja kokemus on melkein kuin itse olisi paikan päällä. Tästä on tehty kokeiluja myös suoratoiston, 5G-verkkoyhteyden ja virtuaalitodellisuusjärjestelmien avulla, jossa joku on 360-kameran kanssa vaikkapa rannalla tai muualla luonnossa, ja palvelutaloissa vanhukset pääsivät virtuaalilasien kanssa kokemaan maisemia reaaliajassa. Ikäihmiset ottavat uuden teknologian vastaan helpommin kuin nuoret, sillä he uskovat, että parempaa voi olla tulossa. He ovat eläneet tekniikan kehityksen aikana ja nähneet, kuinka radio kehittyi televisioksi. Erityisesti näillä sovelluksilla voidaan

luoda positiivisempia kokemuksia tekniikan kanssa, jos vertaa niitä esimerkiksi Kelan hakemuksien täyttöön, joka myös edesauttaa tekniikan vastaanottamista jatkossa. [32.]

Virtuaalitodellisuuteen voidaan videoiden ja valokuvien avulla luoda historiallisia maisemia ja animoida niitä eloon. Erityisesti muistisairaiden kanssa toimiessa kannattaa panostaa moniaistillisuuteen. Virtuaalitodellisuuteen yhdistettyä taidetta pyritään myös hyödyntämään, sillä sen avulla voidaan tuoda elämyksellisyyttä niille ikäihmisille, joilla toimintakyvyn heikkeneminen on rajoittanut elämää. Tutkimusten mukaan vanhuksat kokevat virtuaalitodellisuuden ihan eri tavalla kuin vain valokuvan. Nämä keinot pystyvät saamaan aikaiseksi tunnekokemuksia ja näin palauttamaan muistiin asioita, jotka ovat unohtuneet. Tutkimusten mukaan vanhuksat kokivat virtuaalitodellisuuden avulla koettujen maisemien ja animaatioiden herättämät muistot ihan kuin asiat olisivat tapahtuneet eilen. [32.]

Monialaisten hyötyjen lisäksi virtuaalitodellisuuden käytössä on haasteensa. Virtuaalilaitteet ja koneet, joiden tekniset tiedot ovat riittäviä niiden käytölle, ovat kalliita. Lisäksi niiden käyttöönotto ei ole nopeaa ja vaivatonta. Koulutuksissa ja kuntoutuksissa olevien tietämättömyys ja osaamattomuus hankaloittavat niiden apuna käyttöä. Jos kuntouttaja ei osaa käyttää laitetta, saatetaan sitä käyttää väärin ja jäädä vaille hyödyistä. Virtuaalilaitteiden tekninen kehitys ja niille sovellusten kehittäminen on sen verran alkutaipaleella, että ei myöskään löydy paljoa dokumentaatiota tai tutkimuksia, joissa olisi niiden tuloksia. Sen vuoksi ei myöskään tiedetä tarpeeksi siitä, mikä on mahdollista. Valtion rahoitusleikkaukset hidastavat kehityksen mahdollistamista Suomessa. Virtuaalitodellisuusjärjestelmät kaipaavat myös kehitystä teknisesti, sillä monille vanhuksille virtuaalilasit voivat olla liian painavat. Myös ohjaimettomuus ja käsien realistisempi kuvaaminen virtuaalimaailmassa lisää immersiota. Lisäksi isommasta näkökentästä hyötyvät ne, joille tulee herkästi pahoinvointia virtuaalilaseja käyttäessä. Pahoinvoinnin lisäksi virtuaalitodellisuus saattaa aiheuttaa migreeni- tai epilepsia-kohtauksia niillä, jotka kärsivät matkapahoinvoinnista tai ovat muuten niille alttiita. [32.]

Muitakin riskitekijöitä tulee ottaa huomioon ennen käyttöönottoa, sillä virtuaalitodellisuus ei sovellu kaikille. Esimerkiksi psykoosialttius saattaa vaarantaa sekä potilaan että kuntouttajan. Joillekin virtuaalitodellisuusavusteinen altistusterapia ei sovellu sen vuoksi, että heillä on looginen ajattelutapa ja he järkeilevät tilanteen ajattelemalla, jolloin he eivät koe samanlaista immersiota ja usko olevansa korkean rakennuksen katolla, kun taas vertaa

visuaaliseen ajattelutapaan taipuvaisella, jonka aivoja on helpompi huijata ja joka voi uskoa olevansa katolla. Tämän lisäksi joillakin vanhuksilla voi olla hyvinkin isot silmälasit, jotka eivät mahdu virtuaalilasien sisälle ja muutoin huono näkökyky heikentää virtuaalitodellisuuden hyödyntämistä. Potilaiden vastaanottavuus on haasteena, jos heillä on huonoja aiempia kokemuksia tekniikasta, mikä näkyy erityisesti vanhusten kanssa työskentelyssä. Myös aikaisemman kokemuksen puuttuminen lisää epävarmuutta ja hanakkuutta ottaa osaa virtuaalisiin kuntoutuksiin. Lisäksi virtuaalitodellisuutta esimerkiksi terapiassa ja kuntoutuksessa käytettäessä tulee huomioida potilasturvallisuus ja eettisyys. Esimerkiksi altistusterapiassa korkean paikan kammoista ei voi pudottaa katolta, ettei fobia pahene. Virtuaalitodellisuus rajoittuu toistaiseksi vain näön ja kuulon aisteihin. Muiden aistien mukaan saaminen parantaisi immersiota ja kuntoutus- ja terapiasovelluksien vaikuttavuutta. Tampereen yliopisto on tutkimassa mahdollisuutta generoida synteettisesti hajuja. Hajuaisti aktivoi aivoja eri tavalla kuin muut aistit. Maaseutualueiden etäkuntoutuksessa riittämätön viestintäinfrastruktuuri ja muutenkin tukiinfrastruktuurin riittämättömyys vaikeuttaa virtuaalitodellisuuden ja tekniikan hyödyntämistä kuntoutuksessa. [32.]

3.3 Kuntoutussovelluksen vaatimukset

Vanhusten fyysisen ja kognitiivisen toimintakyvyn kuntouttamista varten tulee ottaa huomioon, että sovellusta voidaan käyttää tarvittaessa myös istuen. Tasapainokyvyn ja kognitiivisten taitojen heikentyessä virtuaalitodellisuus saattaa altistaa kaatumisille, kun kuntoutettava ei pystykään arvioimaan ympäristöään, niin kuin ennen. Muistisairailta virtuaalitodellisuuden kokeminen voi sekoittaa paikan ja ajan tajun, joten suositellaan rauhallista sovellusta, ja migreeniin taipuvaisilla suositellaan, ettei sovelluksessa ole vilkkuvia valoja. Turvallisuuden lisäksi toimintakyvyn eri osa-alueita kehitettäessä tulee pyrkiä myös monipuolisuuteen. Sovelluksessa olisi parasta, jos siinä pystyy harjoittamaan fyysistä ja kognitiivista toimintakykyä samanaikaisesti, sillä useamman toiminnon suorittaminen yhtäaikaaisesti on tehokkainta. Vanhusten kuntoutuksessa tärkeintä ei ole liikkeen suoritusnopeus vaan niiden toteutus itsessään. Sovelluksessa ei ole tarvetta kuntoutettavalle näkyvällä ajan kestolla. Sovelluksen toteutuksessa tärkeää olisi saada mahdollisimman moni aisti käyttöön. Pelkkien kuvien tai animaatioiden katsomisen lisäksi kuuloaisti vahvistaisi kuntoutettavan kognitiivista kuntoutusta. [37.]

Kuntouttajille tärkeää olisi saada kuntoutettavista suoritusdataa, jolla he voisivat arvioida oman toimintakykynsä paranemista tai hidastunutta heikentymistä. Dataan olisi hyvä päästä käsiksi etäyhteydellä. Virtuaalitodellisuusjärjestelmän olisi hyvä olla mahdollisimman johdoton. Kuntoutussovelluksesta ei tehdä teknisesti kovin raskasta, jolloin langattomien järjestelmien teho riittää. Tavalliset ohjaimet toimivat, mutta olisi parempi, jos niiden tilalla olisi esimerkiksi muunlaisia sensoreita, joiden avulla saisi kädet piirrettyä virtuaalitodellisuuteen mahdollisimman realistisesti. Myös muiden raajojen, kuten jalkojen, näkyminen virtuaalitodellisuudessa helpottaisi ympäristön hahmottamista niillä kuntoutettavilla, joilla on heikko kognitiivinen toimintakyky. [37.]

4 Toimintakyvyn tasapainottamisovellus

4.1 Virtuaalitodellisuuden ympäristö

Insinöörityön tavoitteena oli kehittää mahdollisimman monille soveltuva, mutta monipuolinen kuntoutussovellus, jota voisi käyttää joko istuen tai seisten. Muistin ja muiden kognitiivisten toimintojen tueksi tavoitteena oli tehdä jonkinlainen muistikorttipeli ja fyysisten toimintojen tueksi tehdä peli niin, että perinteisiä fysioterapeuttisia liikkeitä tulisi tehtyä samalla. Lisätavoitteena oli saada eläimiä jotenkin mukaan peliin ja pitää peli mahdollisimman rauhallisena, jotta huonovointisuutta ja muita riskitekijöitä vältettäisiin.

Sovellus päätettiin rakentaa Unity-pelimoottorilla ja käyttäen HTC Vive -virtuaalitodellisuusjärjestelmää. Sovelluksen rakentaminen aloitettiin sijoittamalla sensorit huoneen kulmiin ja kytkemällä virtuaalilasit ja -ohjaimet tietokoneeseen. Ohjaimet toimivat myöhemmin langattomasti, mutta ne laitettiin latautumaan. Päähine kytkettiin koneeseen HDMI-porttiin ja USB-porttiin. Tärkeää oli muistaa laittaa HDMI-kaapeli koneen näytönohjaimen porttiin eikä emolevyn porttiin.

Seuraavaksi asetettiin huoneen asetukset kuntoon, jotta se olisi turvallinen ja olisi tarpeeksi tilaa liikkua. Tätä varten käytettiin SteamVR:ää. Pelimoottorin puolella ladattiin ensin XR-tuen paketti, jotta laite tunnistettaisiin pelissä. Sitten ohjelmoitiin ohjaimet toimimaan niin, että niillä pystyy nostamaan ja heittämään esineitä ja olemaan vuorovaikutuksessa pelimaailman kohteiden kanssa. Tätä varten tehtiin yksinkertainen näkymä, jossa on lattia ja yksi palikka. Näkymään asetettiin objektit, joista toisessa on päähineen

ja ohjainten kontrollit, ja toinen hoitaa VR-kameran renderöinnin. Sen lisäksi molempiin ohjaimiin lisättiin rigidbody eli karkeasti suomennettuna jäykkä vartalo. Tärkeää oli, että otti painovoiman pois käytöstä ja valitsi rigidbodyt kinemaattisiksi. Sitten ohjaimiin lisättiin laatikkotörmäytin, jonka kokoa muutettiin vastaamaan ohjaimen päätä ja jonka valittiin olevan laukaisin.

Seuraavaksi tehtiin skripti ohjainten toimivuudesta. Tärkeää oli laittaa esimerkkikoodi 1 koodin alkuun, jotta skriptissä päästään käsiksi niiden metodeihin ja luokkiin. Muut tärkeät kirjastot, joita projektissa käytettiin, liittyvät käyttöliittymän, näkymien ja muiden yleisten Unity-toimintojen käyttöön, sillä itse ohjelmointi tehtiin Visual Studiolla.

```
using Valve.VR;
```

Esimerkkikoodi 1. Unitysta löytyvä kirjasto, jonka avulla pääsee käyttämään VR-metodeja ja luokkia.

Seuraavaksi tehtiin referenssit ohjaintyyppille ja toiminnoille. Lisäksi lisättiin muuttuja, joka tallentaa peliobjektin, jonka kanssa laukaisin on kosketuksessa. Näin pystytään nappaamaan se ja muuttuja, joka palvelee viitteenä peliobjektille, jota pelaaja on parhaillaan pitämässä. Sitten tehtiin metodi, jossa törmäytin hyväksytään parametrina nappaamiselle ja irti päästämiseksi. Tähän metodiin laitettiin tarkistus, pitääkö pelaaja jo jotain kädessään tai jos objektilla ei ole rigidbodya. Sen jälkeen tehtiin metodit laukaisimelle, jossa on tarkistukset sille, kun laukaisin on törmäyttimen sisällä ja asettaa tämän törmäyttimen objektin potentiaalisesti nostettavaksi tai poistuu siitä ja asettaa kohteen tyhjäksi. Seuraavaksi tehtiin metodi itse objektin nappaamiselle. Siinä siirrettiin törmäävä objekti pelaajan käteen ja poistettiin se potentiaalisista nostettavista. Sen lisäksi tehtiin metodi kiinteälle liitokselle, joka tulee ohjaimen ja objektin välille (esimerkkikoodi 2).

```
private FixedJoint AddFixedJoint()
{
    FixedJoint fx = gameObject.AddComponent<FixedJoint>();
    fx.breakForce = 20000;
    fx.breakTorque = 20000;
    return fx;
}
```

Esimerkkikoodi 2. Kiinteän liitoksen metodi.

Kuten esimerkkikoodista 2 näkyy, liitos myös varmistettiin olevan särkymätön antamalla särkymisvoiman ja särkymisvääntömomentin arvoiksi 20000. Sen jälkeen tehtiin irti

päästämiseksi metodi, jossa varmistetaan liitoksen olevan liitettynä ohjaimen, poistetaan yhteys objektiin ja tuhoetaan tämä liite. Sen lisäksi lisättiin ohjaimen nopeus ja kierre, jotta irti päästämisen jälkeinen pudotus- ja heittokaari olisi mahdollisimman realistinen. Sitten poistettiin referenssi kädessä olleesta objektista.

Lopuksi tehtiin metodi ohjainten nappien painallusta varten. Ensin katsotaan, painaako pelaaja nappaamisnappia, jolloin laitetaan toiminnallisuudeksi objektin nostaminen, ja jos pelaaja päästää napista irti, laitetaan toiminnallisuudeksi irti päästäminen. Sen jälkeen pelivalikon kanssa olevaa vuorovaikutusta varten tehtiin toimiva laserosoitin raycastilla eli säteenheitolla, tracked pose driverilla eli seuratulla asennon ajajalla ja line rendererillä eli linjan renderöinnillä. Laserosoitin toimii siten, että se katsoo ohjaimen lähtöpisteen ja kohteen osumiskohdan pisteen välille vektorin lineaarisesti interpoloiden, jotta se voi luoda laserin mahdollisimman tarkkaan pisteeseen ja piirtää laserobjektin näiden kahden pisteen välille. Skriptin alkuun laitetaan referenssiksi LineRenderer ja ohjaimen toiminnallisuuksien skriptiin, lista pisteistä LayerMaskille eli kerrosnaamiolle, kanvaasille ja napille. Aloitusmetodissa tallennetaan näille referensseille alkuarvot.

Seuraavaksi tehtiin boolean eli totuusarvomuuuttujametodi AlignLineRenderer(LineRenderer rend), jossa luodaan booleanarvo nappiin osumiselle ja linjataan line renderer menemään raycastin mukaisesti. Samassa metodissa tehdään jos-tarkistus, jossa katsotaan, osutaanko valikon nappiin, jolloin asetetaan nappiinosumisboolean todeksi, ja jos ei osuta nappiin, se on epätosi. Lopuksi palautetaan nappiin osuminen ja asetetaan linjan pisteet listan mukaisesti. Update- eli päivitysmetodiin laitettiin jos-tarkistus, jossa katsotaan, toteutuuko linjan asetusboolean ja ohjaimen napin painallus, jolloin aktivoidaan valikon napin toiminnallisuus, johon ohjaimen raycast osuu. Inspectorin puolella ohjaimiin laitettiin Line Renderer, tämä skripti ja Tracked Pose Driver. Line Rendereristä piti muuttaa linjan paksuutta ja ottaa pois päältä "use world space" eli maailman tilan käyttäminen. Linjalle tehtiin oma materiaali nimeltä laser, ja sen väriksi asetettiin punainen. Skriptin kohdalle laitettiin inspectorin kautta niiden oikeat komponentit projektin materiaaleista ja asetettiin kerrosnaamio käyttöliittymätasolle eli sille tasolle, jolla valikot ovat. Molempiin ohjaimiin laitettiin tracked pose driverille oikeat määrittelyt eli mikä laite ja kumpi ohjain on kyseessä.

Seuraavaksi sovellukseen luotiin molemmille peleille omat näkymät, joiden välillä valikon kautta pystyy menemään. Toinen näkymä oli muistipeli seisoen ja toinen muistipeli istuen. Sitten tehtiin oma näkymä valikolle. Lisäksi nämä kaikki näkymät lisättiin Unityn omiin projektinrakennusasetuksiin. Kun valikkoa alettiin rakentaa, ensimmäiseksi luotiin kanvaasi, johon luotiin ensimmäinen paneeli. Tämä paneeli sisältää kolme nappia: aloita, asetukset ja lopeta. Sen jälkeen luotiin samaan kanvaasiin kaksi paneelia lisää. Toinen niistä sisältää kahdelle eri pelille valikon, johon mennään aloita-napin kautta. Toinen taas sisältää asetukset. Näissä molemmissa paneeleissa on nappi, josta pääsee takaisin päävalikkoon. Pelivalintapaneelissa on kaksi nappia, molemmille peleille oma. Kun jomankumman niistä valitsee, näkymä vaihtuu oikeaksi. Koodin puolella tämä toteutettiin tekemällä muutama eri skripti: paneelien välillä liikkumiseen, näkymien välillä liikkumiseen ja nappien toiminnallisuuksiin.

Paneeleja varten skriptissä lisätään ensin Unityn käyttöliittymän kirjastojen käyttämiskomennot. Sitten itse skriptin alkuun laitettiin julkisiksi peliobjekteiksi referenssit jokaiselle paneelille. Sen lisäksi tehtiin yksityisiksi aktiivisen paneelin objekti sekä valikon objekti ja tapahtumajärjestelmä, joka hallitsee näitä kaikkia. Ensimmäiseksi luotiin metodi, jolla asetetaan paneeli aktiiviseksi. Start- eli alkumetodiin laitettiin ensimmäiseksi valikkopaneeli aktiiviseksi. Muut paneelit saivat kaksi eri metodia, toinen aktivoimista ja näyttämistä varten ja toinen deaktivoimista ja piilottamista varten (esimerkkikoodi 3).

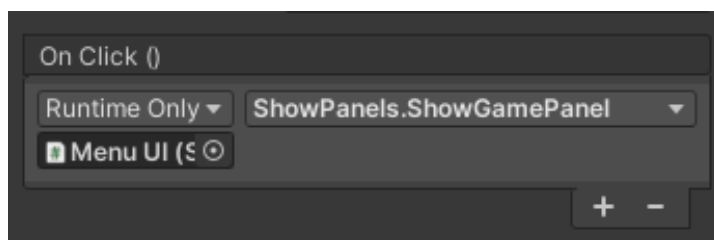
```
public void ShowGamePanel()
{
    gamePanel.SetActive(true);
    menuPanel.SetActive(false);
    SetSelection(gamePanel);
}

public void HideGamePanel()
{
    menuPanel.SetActive(true);
    gamePanel.SetActive(false);
}
```

Esimerkkikoodi 3. Pelivalikkopaneelin näyttö- ja piilotusmetodit

Kuten esimerkkikoodista 3 näkyy, pelivalikkopaneelin näyttämismetodissa asetetaan pelivalikkopaneeli todeksi, päävalikkopaneeli epätodeksi ja lopuksi käytetään sitä ensimmäistä metodia, jolla asetetaan valinta pelivalikon paneeliksi. Piilottamismetodissa taas asetetaan päävalikon paneeli todeksi ja asetusten paneeli epätodeksi. Tällä samalla loogikalla tehtiin myös metodit päävalikon, asetusten ja pysähdyksen paneeleille.

Seuraavaksi asetettiin nappien toiminnot inspectorin eli tarkastajan kautta (kuva 12).



Kuva 12. Napin On Click () toiminnallisuus päävalikon aloita-napissa.

Kuten kuvasta 12 näkyy, päävalikon aloita-napin toiminnallisuudeksi laitettiin päävalikossa olevan Show Panels -skriptin Show Game Panel -metodi. Nyt kun aloita-nappia painetaan, päävalikon paneeli asetetaan epätodeksi ja pelivalikkopaneeli todeksi. Pelivalikon takaisin-nappiin laitettiin taas käänteinen metodi, jossa asetetaan pelivalikko epätodeksi ja päävalikko todeksi. Jokaiseen valikon paneelien nappiin, paitsi pelinvalintanappeihin, asetettiin samalla logiikalla On Click () -toiminnallisuus, jotta paneelien välillä pystyy liikkumaan.

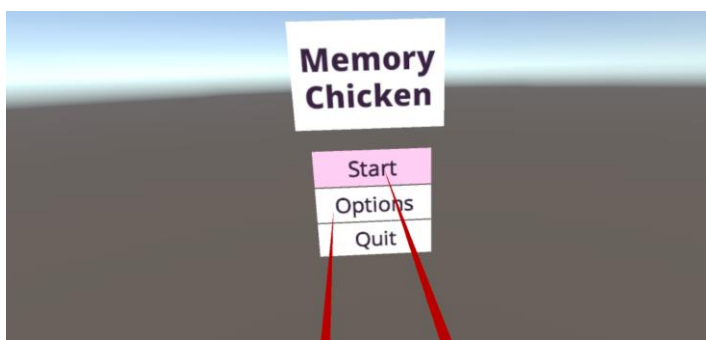
Lopuksi luotiin skripti pelin aloittamiselle. Tähän skriptiin luotiin metodi näkymän vaihtamiselle ja valikon häivyttämiseksi. Skriptin alkuun laitettiin referenssi paneelien vaihtamisskriptille ja kanvaasiryhmälle, jota häivytetään, sekä boolean sille, ollaanko valikoissa. Awake- eli hereillä olevaan metodiin laitettiin ensin referenssit paneelien vaihtamisskriptille ja valikon kanvaasiryhmälle. Seuraavaksi tehtiin metodi näkymän vaihtamiselle ja asetettiin inspectorin kautta pelivalikon nappeihin tämä metodi (esimerkkikoodi 4).

```
public void changeScene(string scene_name)
{
    SceneManager.LoadScene(scene_name);
}
```

Esimerkkikoodi 4. Näkymän vaihtamismetodi.

Kuten esimerkkikoodista 4 näkyy, näkymän vaihtamismetodi on hyvin yksinkertainen. Siinä asetetaan changeScenen parametriksi string eli merkkijono scene_name, ja sitten SceneManager lataa sen näkymän, jonkanimisen inspectorin kautta laittaa napin On Click () -metodiin. Inspectorissa myös annetaan molempien nappien On Click () -metodissa oikean näkymän nimi, eli tämä metodi lukee merkkijonon ja vertaa sitä projektissa

olevien näkymien nimiin ja vaihtaa oikeaan näkymään sen avulla. Pelin aloitukselle tehtiin metodi `StartGameInScene()`, jossa asetetaan valikossa olemisen boolean epätodeksi ja aloitetaan coroutine eli koodinpätkä, jonka avulla voi yksinkertaistaa asynkronisesti suoritettavaa koodia. Tämä coroutine häivyttää valikon alfaa, kunnes sitä ei enää näy, ja samalla kun valikko haipyy näkyvistä, taustalla vaihtuu näkymä. Myös tämä metodi laitettiin inspectorin kautta pelivalikon nappeihin. Kuvassa 13 voidaan nähdä sovelluksen käytön aikana otettu kuvakaappaus päävalikon käytöstä.



Kuva 13. Sovelluksen käytön aikana otettu kuvakaappaus päävalikosta.

Kuvan punaiset linjat ovat ohjaimien laserheittimet, joiden avulla voidaan helpommin tietää, minkä kanssa ohjain on yhteydessä, kun nappia klikataan.

4.2 Kognitiivisen ja fyysisen toimintakyvyn tuki

Muistipelin tekeminen aloitettiin lataamalla ilmaiset pelikortit ja muuttamalla niiden tuontiasetuksista tekstuurin tyyppi spriteksi eli 2D-kuvaksi ja UI:ksi eli käyttöliittymäksi. Sitten luotiin kaksi plane- eli pinta-peliobjektia, josta toisesta tuli lattia ja toisesta tuli seinä, jota vasten pelikortit tulevat. Seuraavaksi luotiin tyhjä peliobjekti, jolle annettiin nimeksi korttilista, joka toimii yhtenä objektina, jonka alla ovat kaikki kortit. Sen sisälle tehtiin toinen tyhjä peliobjekti, jolle asetettiin pelikortin tausta kuvaksi. Kortteja piti skaalata 40 % pienemmiksi, jotta ne eivät olleet liian suuret. Sitten kortteja jäljennettiin, jotta niitä oli yhteensä 20.

Seuraavaksi aseteltiin pelikortit sopivin välimatkoin seinää vasten. Tästä tuli muistipeli seisoen. Näille korteille luotiin skripti, joka toimisi korttien arvojen tallentajana. Korttiskriptiin luotiin julkinen staattinen boolean, joka olisi viitearvo sille, onko yksikään kortti

käännettynä. Lisäksi tehtiin kaksi yksityistä kokonaislukua: kortin asema ja kortin arvo sekä yksityinen boolean-alustaminen, joka asetettiin epätodeksi. Sen lisäksi tehtiin kaksi spritea, toinen kortin etuosalle ja toinen takaosalle sekä peliobjekti pelin managerille. Lisäksi tehtiin referenssit ohjaimen toimintokriptiin ja pelin toiminnallisuuskriptiin, joka luodaan myöhemmin. Alkumetodissa asetetaan kortin asema nolaksi ja lisätään pelin managerin referenssi, joka etsii peliobjektia, jolla on tunniste nimeltä manageri, joka luodaan myös myöhemmin.

Seuraavaksi luotiin metodi korttien kuvien asettamiseksi. Kortin tausta ja kuva saatiin etsimällä ne pelin managerin komponenteista. Seuraavaksi luotiin metodi kortin kääntämiselle, jossa katsotaan, jos kortin asema on nolla ja mitään korttia ei ole käännetty, etsitään kortin spriteksi kortin takaosa. Jos kortin asema on yksi ja kortteja ei ole käännetty, asetetaan kortin spriteksi etukuva. Tämän jälkeen kortille luotiin muutama get- ja set-metodi: kortin arvolle, kortin asemalle ja sille, onko niitä alustettu. Lopuksi luotiin metodi sille, että kortteja verrataan. Tämä metodi aloittaa coroutinen (esimerkkikoodi 5).

```
public void falseCheck()
{
    StartCoroutine(pause());
}

IEnumerator pause()
{
    yield return new WaitForSeconds(1);
    if(_state == 0)
        GetComponent<SpriteRenderer>().sprite = _cardBack;
    else if (_state == 1)
        GetComponent<SpriteRenderer>().sprite = _cardFace;
    DO_NOT = false;
}
```

Esimerkkikoodi 5. Kortin tarkastelua varten tehty tarkistus.

Kuten esimerkkikoodista 5 näkee, tämä coroutine laittaa pelin odottamaan yhden sekunnin verran, kun kaksi korttia on käännetty, jotta pelaaja voi katsoa niitä hetken, ennen kuin ne kääntyvät takaisin nurin, jos ne eivät olleet pari. Samassa coroutinessa katsotaan, onko kortin asema nolla. Jos se on nolla, asetetaan kortin kuvaksi takaosa, kun taas jos kortin asema on yksi, asetetaan kortin kuvaksi etuosa. Lisäksi asetetaan epätodeksi, että yksikään kortti ei ole käännettynä.

Seuraavaksi luotiin pelimanageripeliobjekti, sille oma tunniste nimeltä manageri ja sille pelinhallintaskripti. Pelimanageriobjekti on myös tyhjä peliobjekti, niin kuin kortit. Pelin hallintaskriptin alkuun laitettiin julkisiksi referenssit sprite-taulukolle, johon tallennettiin korttien etukuvat ja yksittäinen sprite kortin taustaa varten, sekä taulukko peliobjekteille, johon tallennettiin korttien peliobjektit. Lisäksi luotiin yksityiset referenssit korttien parien määrälle ja sille, onko kortteja käännetty yhtään, joka asetetaan epätodeksi. Tämän lisäksi tallennettiin kortin toiminnallisuusskriptille ja ohjaimen toiminnallisuusskriptille referenssit. Alkumetodiin laitettiin tarkistus, että jos kortteja ei ole asetettu, asetetaan ne omalla metodilla, joka tehtiin seuraavaksi (esimerkkikoodi 6).

```
void InitializeCards()
{
    for (int id = 0; id < 2; id++)
    {
        for (int i = 1; i < 14; i++)
        {
            bool test = false;
            int choice = 0;

            while (!test)
            {
                choice = Random.Range(0, cards.Length);
                test = !(cards[choice].GetComponent<Memory>().initialized);
            }
            cards[choice].GetComponent<Memory>().cardValue = i;
            cards[choice].GetComponent<Memory>().initialized = true;
        }
    }

    foreach (GameObject c in cards)
        c.GetComponent<Memory>().setupGraphics();

    if (!_init)
        _init = true;
}
```

Esimerkkikoodi 6. Korttien asettelumetodi pelin hallintaskriptissä.

Kuten esimerkkikoodista 6 näkee, tässä korttien asettelumetodissa tehdään for-silmukka, joka laitetaan menemään läpi kahdesti, sillä peliin haluttiin kaksi jokaista korttia. Tämän sillä-silmukan sisään tehdään toinen for-silmukka, joka halutaan käydä läpi yhtä monta kertaa, kuin erilaisia kortteja on pelissä. Tämän silmukan sisälle luodaan kaksi paikallista muuttujaa: valinta, jonka arvoksi asetetaan nolla, ja testi, jonka arvoksi asetetaan epätosi. Tämän silmukan sisälle tehdään while-silmukka, joka suoritetaan niin kauan, kunnes testi on tosi. Siinä asetetaan valinta satunnaisesti välille nolla ja korttilis-

tan pituus, ja testi, että se ei ole korttilistan valinnan ja korttikomponentin skriptin asetteluboolean. Tämän sillä aikaa -silmukan ulkopuolelle asetetaan korttilistan valinnan ja korttikomponentin skriptin kortin arvo i:ksi ja korttilistan valinnan ja korttikomponentin skriptin asetteluboolean todeksi. Kaikkien silmukoiden ulkopuolelle tehdään foreach-silmukka, jossa käydään läpi jokainen peliobjekti c korttilistasta cards ja asetetaan jokaiselle c:lle kortin skriptin metodi kuvien asettamista varten. Lisäksi katstotaan, onko pelin hallintaskriptin korttien kääntelyboolean epätosi. Jos se on epätosi, asetetaan se todeksi.

Seuraavaksi tehtiin kaksi sprite-metodia, toinen, joka palauttaa kortin takaosan, ja toinen, joka palauttaa kortin etuosan, ja sille asetettiin parametriksi kortin arvo i, jotta se tietää ottaa oikean kuvan, ja se palauttaa kortin etuosan parametrilla i miinus yksi. Seuraavaksi tehtiin metodi korttien vertailua varten. Siihen luotiin paikalliseksi parametreiksi uusi kokonaislukulista. Tämän metodin sisälle tehtiin for-silmukka, joka käydään niin monta kertaa läpi, kuin korttilista on pitkä, ja sen sisällä katsotaan, onko korttilistan korttiskriptin valinnan asema yksi. Jos on, se lisätään tämän metodin paikalliseen listaan. Sitten kun tämän metodin paikallisessa listassa on kaksi korttia, verrataan niitä. Seuraavaksi tehtiin metodi itse korttien arvon vertailulle (esimerkkikoodi 7).

```
void cardComparison(List<int> c)
{
    Memory.DO_NOT = true;

    int x = 0;

    if (cards[c[0]].GetComponent<Memory>().cardValue == cards[c[1]].GetComponent<Memory>().cardValue)
    {
        x = 2;
        _matches--;
        if (_matches == 0)
        {
            StartCoroutine(win());
        }
    }
    for (int i = 0; i < c.Count; i++)
    {
        cards[c[i]].GetComponent<Memory>().state = x;
        cards[c[i]].GetComponent<Memory>().falseCheck();
    }
}
```

Esimerkkikoodi 7. Korttien tarkistusmetodi, jossa katsotaan, onko kaksi korttia käännetty ennen kuin niitä kahta vertaillaan.

Kuten esimerkikoodista 7 näkee, tämän metodin parametriksi annettiin kokonaislukulista. Metodin sisällä asetetaan korttien kääntäminen todeksi ja luodaan paikallinen kokonaislukuparametri, jonka arvoksi asetetaan nolla. Tämän metodin sisällä tarkistetaan, onko kahden käännetyn kortin valintojen arvo sama. Jos on, asetetaan paikallinen kokonaisluku kahdeksi ja vähennetään olemassa olevien löytämättömien korttiparien arvo yhdellä. Jos korttipareja ei ole enää jäljellä, eli kaikki on löydetty, peli loppuu ja ladataan päävalikko. Tämän lisäksi käydään for-silmukalla läpi tämän metodin paikallisen listan verran, onko niiden korttien asema käännetty, ja käynnistetään korttiskriptin tarkistusmetodi ja coroutine, jossa laitettiin peli odottamaan sekunnin verran, jotta pelaaja voi katoa käännettyjä kortteja ja pistää muistiin, mitkä kortit käännettiin viimeiseksi.

Inspectorin puolella pelimanegeriobjektin pelihallintaskriptiin raahataan kortin tausta ja kortin etuosakuvat. Sen lisäksi siihen raahataan näkymässä olevat korttiobjektit. Lisäksi laitettiin ohjaimen toiminnallisuusskriptin päivitysmetodin sisällä olevaan if-tarkistukseen uusi tarkastus. Kuten esimerkikoodista 8 näkee, siinä katsotaan, onko tällä hetkellä ohjain törmännyt toiseen objektiin, katsotaan, onko sen objektin tunniste kortti ja onko sen kortin asema nolla, jolloin kutsutaan tämän objektin kortin skriptin kääntämismetodia ja pelinhallintaskriptin korttien tarkistusmetodia.

```

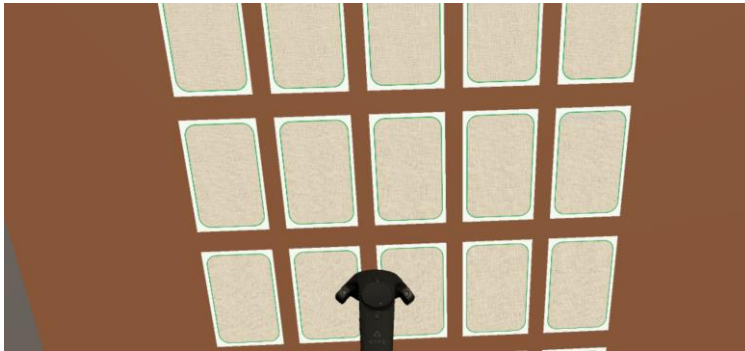
if (grabAction.GetLastStateDown(handType))
{
    if (collidingObject)
    {
        if (collidingObject.tag == "Card" && collidingObject.GetComponent<Memory>().state == 0)
        {
            collidingObject.GetComponent<Memory>().flipCard();
            controller.checkCards();
        }
    }
}

```

Esimerkkikoodi 8. Ohjaimen toiminnallisuusskriptissä päivitysmetodissa oleva tarkistus muistipelin pelaamista varten.

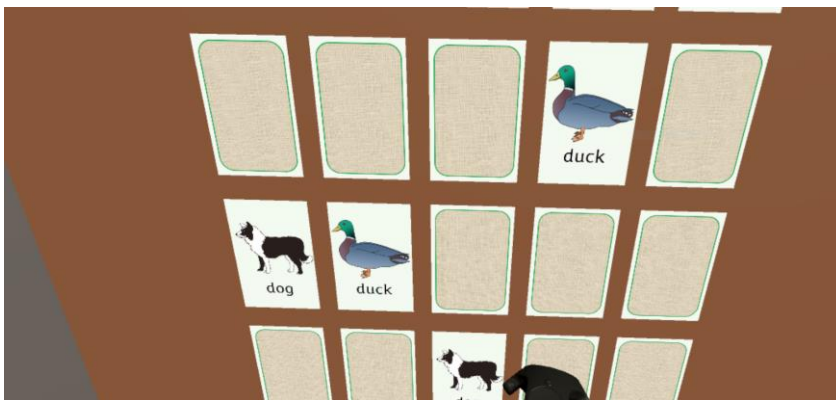
Samalla tavalla tehtiin toiseen näkymään istumalla pelattava versio, mutta siinä on hie- man vähemmän pareja löydettävänä, jotta istumalla ylettää jokaiseen korttiin. Tämä toimii myös henkilöillä, joilla on heikompi kognitiivinen toimintakyky, riippumatta fyysisen toimintakyvyn tasosta. Lopussa vaihdettiin pelikorttien kuvat eläinkuviin.

Kuvassa 14 nähdään alkutilannetta seisottavassa versiossa, eikä yhtäkään paria ole vielä löydetty.



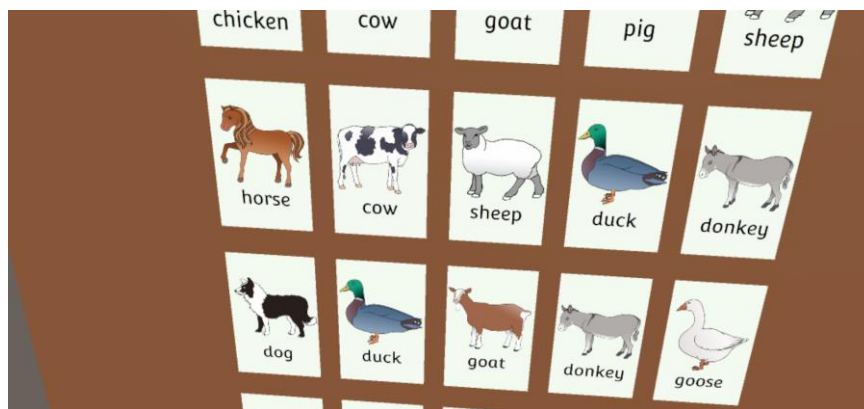
Kuva 14. Sovelluksen käytön aikana otettu kuvakaappaus pelin aloitustilanteesta.

Pareja tässä versiossa on toistaiseksi enintään 20. Jotta saataisiin lisää pareja, eläinkuvia pitäisi lisätä enemmän. Kuvassa 15 nähdään, kun kaksi paria on jo löydetty.



Kuva 15. Sovelluksen käytön aikana otettu kuvakaappaus tilanteesta, jossa on löydetty kaksi paria.

Eläinkuviksi pyrittiin hankkimaan mahdollisimman selkeitä ja sarjakuvatyyllisiä kuvia, jotta niiden toisistaan erottaminen olisi helpompaa. Myös liian samanlaisten eläinten käyttämistä vältettiin, jotta ne, joilla on hahmottamisen kanssa ongelmia, pärjäisivät tässä sovelluksessa kohtuullisesti. Liiallisia helpotuksia tietenkin vältettiin, koska tarkoitus on kuntouttaa. Kuvassa 16 nähdään, että kaikki parit on löydetty.



Kuva 16. Sovelluksen käytön aikana otettu kuvakaappaus tilanteesta, jossa on löydetty kaikki parit.

Kuntoutettava pystyy katsomaan sitä muutaman sekunnin, ennen kuin peli palaa päävalikkoon.

5 Tulevaisuuden resurssit

5.1 Haasteet kehityksessä

Sovelluksen toiminnallisuuksien tuottaminen ja tutkimusraportin luominen tuottivat erittäin paljon haasteita tämän insinööriyön tekijälle. Ensinnäkin Visual Studion virheenmerkintää ei saatu näkyviin, jolloin keskivaikean lukihäiriön ja siitä johtuvan työmuistin rajoituneisuuden sekä tarkkaavaisuushäiriön takia virheitä oli vaikea löytää, jos Unity itse ei ilmoittanut niistä. Varsinkin koodin tuottamisessa lukivaikeus ilmeni ongelmanratkaisutilanteissa, kun piti yrittää pitää mielessä ongelmaan liittyviä asioita, kun samalla yritti työstää ratkaisua. Erityisesti ratkaisujen ja tutkimuksen tietoja etsiessä luetun ymmärtämisen vaikeus ilmeni, kun piti yrittää pitää mielessä koko potentiaalisen lähteen sisältö, parhaillaan luettu kappale sekä juuri meneillään olevan lauseen ja sanan merkitykset. Tämä sama oli myös kirjoittamisessa haasteena, kun monien tuotettujen sanojen kirjaimet olivat väärässä järjestyksessä ja lauseen muoto muuttui kesken lauseen. Toiseksi muistipelin tuominen kolmiulotteiseen virtuaalitodellisuustilaan toi uusia haasteita siitä näkökulmasta, että korttiobjektin luonnissa ja niiden toiminnallisuuksissa piti ottaa huomioon, kuinka VR-ohjaimilla pystytään olla niiden kanssa vuorovaikutuksessa.

Suurimmat ongelmat tulivatkin virtuaalitodellisuuden lisäämisessä muutoin helppoon peiliin. Virtuaalitodellisuusjärjestelmistä ei löytynyt paljoa dokumentaatiota, esimerkiksi, kuinka ohjaimet saadaan toimimaan ja mitkä niiden ohjelmointikoodilliset termit ovat. Unityn omilta sivuilta löytyi hieman dokumentaatiota, mutta ne eivät kuitenkaan toimineet. Tätä projektia varten jouduttiin kehittämään omat menetelmät. Esimerkiksi ohjaimet ja valikko sekä ohjaimet ja kortit eivät suostuneet olemaan vuorovaikutuksessa toisensa kanssa. Vaikka raycast selkeästi osui nappeihin ja kykeni tunnistamaan, mikä nappi on kyseessä, ohjaimen napin painallus ei saanut mitään aikaan, vaikka valikkojen nappien toiminnallisuus oli kunnossa hiiren avulla klikatessa. Lisäksi kortteja pystyi kyllä ottamaan käteen ja heiluttelemaan sekä heittämään, mutta ohjaimen napin painallus ei saanut kortin kääntämismetodia aktivoitua. Se johtui siitä, että avoimen virtuaalitodellisuuden ohjainten eli esimerkiksi Viven ohjainten syöttöhallinnassa sanottiin, että esimerkiksi oikean ohjaimen liipaisin on ”joystick button 15”, joka kuuluu ”submit”-akselille vaihtoehdoisena nappina, todellisuudessa nämä nimitykset olivat vanhentunutta tietoa. [38.]

Sovelluksen käytöstä saadut tulokset olivat erittäin suppeat, sillä covid-19-pandemia esti kohderyhmän saamista testaukseen. Lähipiiristä olisi löytynyt monia kohderyhmään kuuluvia henkilöitä, mutta koska he ovat riskiryhmään kuuluvia, heitä ei voinut pyytää testaamaan. Osalla testaaajista oli hahmottamisen ja muistamisen vaikeuksia ja osalla ei. Testeistä huomattiin testikertojen jälkeen selkeää parannusta muistinkäsittelykyvyissä niillä, joilla oli jo kognitiivisen toimintakyvyn vaikeuksia. Niillä, joilla ei ollut lähtötilanteessa huomattavaa toimintakyvyn laskua, ei tullut juurikaan parannusta tuloksiin. Testisuorituksia tuli yhteensä kehityksen aikana 20. Suoritus aika parani jopa kolmanneksella, vaikkakin tämän sovelluksen päätarkoitus ei ole ajan mittaus, vaan liikkeiden teko. Eriyisesti kortin kuvien vaihto vaikutti positiivisesti tuloksiin, sillä ne, joilla oli hahmottamisvaikeuksia, eivät kyenneet helposti erottamaan tavallisia pelikortteja toisistaan isoissa luvuissa.

5.2 Kuntouttamissovelluksen kehityssuunnitelmat

Tarkoituksena oli tehdä kolmiulotteinen virtuaalitodellisuusmuistipeli eläinkuvien ja äänien siten, että kun kortin kääntää ja siitä paljastuu esimerkiksi possu, kuuluisi possun röhkimisääntä, mutta aika ei riittänyt implementoimaan ääniä. Fyysisen toimintakyvyn kehi-

tystä saadaan harjoitettua seisomalla joko tavallisella lattialla tai vaahtomuovitasapainolaatalla. Sitten peliä pelataan kurkottelemalla vuoroin molemmilla käsillä kortteihin ja kyykistelemällä. Nämä liikkeet vastaavat perinteisen kuntoutuksen fyysisiä liikkeitä.

Sovellusta aiotaan kehittää lisäämällä siihen tulevaisuudessa eläinten äänet korttien kääntymisen yhteyteen sekä muita edistyksestä riippumattomia äänimerkkejä ilmaisemaan yllätyspalkintoja ja kannustusta. Sovellukseen aiotaan lisätä myös muita pelimuotoja, joissa mahdollisesti olisi jonkinlainen sosiaalinen ulottuvuus. Olemassa olevaan muistipeliin pystytään lisäämään vaikeustasoja, kun sitä päästään testaamaan eri-ikäisillä ja erikuntoisilla vanhuksilla. Uudelleenpeluuarvoa saadaan lisättyä siten, että sovellukselle annetaan paljon eri eläinkuvia, joiden listalta se valitsisi joka kerralle erilaiset.

Jotta sovelluksen voisi julkaista, jonkinlainen datankeruu ja siihen etänä käsiksi pääseminen tarvittaisiin kuntoutusterapeuttien näkökulmasta ajatellen. Lisäksi terapeuttien työkuorman helpottamista varten sovellukseen voisi lisätä virtuaalisen hahmon, joka näyttäisi liikkeitä esimerkkinä. Jotta virtuaalitodellisuuden käyttö olisi mahdollisimman liikkeitä rajoittamatonta, sovelluksen voisi tehdä langattomalle järjestelmälle ja implementoida siihen käsien ja muiden raajojen sensoreita, jotta ne saataisiin näkyviin mahdollisimman realistisesti virtuaalitodellisuuteen, jotta vanhuksien ympäristöntajunta helpottuisi.

5.3 Perinteisen kuntouttamisen kehitys

Tulevaisuudessa kuntoutusta tarvitaan paljon nykyistä enemmän. Väestöennusteiden mukaan eläkeikäisten osuuden koko väestöstä oletetaan kasvavan vuoteen 2030 mennessä 25,6 %, joten heistä tulee iso kohderyhmä virtuaalitodellisuusteknologian suhteen. Pelillisten menetelmien ja virtuaalisten ratkaisujen tuoma hauskuus ja erilaiset ratkaisut sekä sosiaalisen kanssakäymisen lisääminen perinteiseen kuntoutukseen ja vanhusten toimintakyvyn ylläpitämiseen kasvaa. [32.]

Seniorit tikissä on OKM:n eli opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittama hanke, jonka tarkoituksena on parantaa pääkaupunkiseudun hyvinvointi- ja liikuntapalveluita vastaamaan uusia covid-19-pandemian herättämiä vanhusten tarpeita. Monet vanhukset ovat

joutuneet jäämään yksin koteihinsa, joten sosiaalisen kanssakäymisen määrä on vähentynyt. Jos siihen ei puututa, vaarana on, että vanhusten toimintakyvyn eri puolten tasapaino vaarantuu ja samalla arkielämän tilanteissa pärjääminen heikentyy. Pienikin kehitys kognitiivisissa toiminnoissa tuo varmuuden tunnetta liikkumisesta ja oman kehon toimivuudesta. Siitä seuraa psyykkisiä vaikutuksia ja vanhus uskaltaa mahdollisesti lähteä ulos liikkumaan. Kun lihaskunto paranee, se luo uusia mahdollisuuksia sosiaalisuuteen. Virtuaalisesti tapaaminen tulee isoksi osaa tulevaa, vaikka aitoja kohtaamisia virtuaalitodellisuus tuskin korvaa täysin, sen käyttö muiden ratkaisujen rinnalla kasvaa. [39.]

Koska eläkeikäisten osuus väestöstä kasvaa, myös kotona asuvien vanhusten määrä kasvaa. Laitoshoitoja pyritään vähentämään ja lisäämään sen sijaan kotiin vietäviä palveluita. Erityisesti etäterapian ja -kuntoutuksen käyttö lisääntyy covid-19-pandemian aiheuttaman tarpeen vuoksi. Tämän insinööriyön kaltaisilla sovelluksilla voidaan vastata näihin tarpeisiin ja luoda samalla positiivisempia kokemuksia tekniikan kanssa, jos vertaa niitä esimerkiksi Kelan hakemuksien täyttöön, joka myös edesauttaa tekniikan vastaanottamista jatkossa. Tekniikan kehittyessä voidaan luoda parempia sovelluksia ja näin vähentää virtuaalitodellisuudesta johtuvaa pahoinvointia. [39.]

Tämänhetkisten työssäkävien viihdepelien pelaajien kokemukset tekniikasta ovat runsaammat kuin tämänhetkisten vanhusten ikäryhmällä, ja kehon tottuminen mahdollisen pahoinvoinnin sietokykyyn on noussut. Pahoinvoinnin ja muiden riskitekijöiden vähentyessä virtuaalitodellisuus sopii suuremmalle osalle väestöä kuin nyt. Vuonna 2017 tehdyn tutkimuksen mukaan joka kymmenes 30–39-vuotiaista kokee, ettei kykene juoksemaan 100:aa metriä vaikeuksitta. Jotta väestön fyysinen toimintakyky ei heikkenisi, on tärkeää panostaa nyt toimintakyvyn ylläpidon luoviin ratkaisuihin. [3.]

5.4 Taloudelliset haasteet

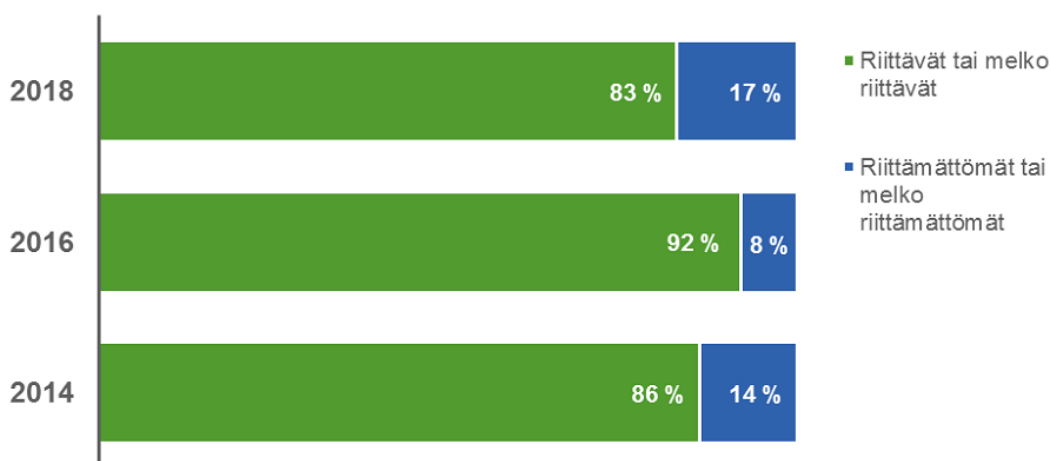
Virtuaalisten ratkaisujen hyödyntämisessä kuntoutuksessa suurena haasteena on, kuinka kalliita monet teknologiat ovat, varsinkin, kun valtion rahoitusleikkaukset ovat hidastaneet vanhusten hyvinvointi- ja liikuntapalveluiden kehittämistä Suomessa. Kuitenkin kaatumistapaturmien ehkäiseminen on paljon edullisempaa kuin niistä seuranneet hoitokustannukset. Kuvitellaan, että kuntoutukseen valitaan kallein ja tehokkain virtuaa-

litodellisuusjärjestelmä. Kallein työssä mainituista järjestelmistä on HTC Pro -sarja. Täydellinen paketti, johon sisältyy kaikki tarvittava paitsi tietokone, maksaa 1 219 euroa. Jos siihen lisätään erittäin tehokas tietokone, jonka hinta saattaa vaihdella tuhannesta eurosta muutamaan tuhanteen, jotta sovelluksen teknologiset vaatimukset tulisivat varmasti täytettyä, näiden yhteishinta kiipeäisi 4 000–5 000 euroon. [6; 24; 32.]

Itse kuntoutussovelluksen hinta riippuu siitä, onko se kertamaksullinen vai kuukausimaksullinen. Jos kuvitellaan, että tämän työn aikana kehitetty sovellus maksaa 10 euroa kuukaudessa, tulee vuosihinnaksi 120 euroa. Se on vain pieni lisä virtuaalitetodellisuusjärjestelmän ja huippukoneen rinnalle. Tietenkään kokonaiskustannukset eivät lopu siihen, vaan kuntouttajien koulutus maksaa myös. Koulutus tulee maksamaan yhteensä noin 3 000 euroa, kun paikalle hankitaan perehdyttäjät ja perehdytykseen tarvittavat laitteet. [6; 24; 32.]

Suomessa vuonna 2015 yksistään kaatumistapaturmista seuranneiden lonkkamurtumien potilaskohtainen vuosikustannus oli 30 000 euroa ja 200 miljoonaa euroa kaatumistapaturmissa yleensä. Jos tämän oletetun kuntoutussovelluksen ja siihen tarvittavien teknologioiden yhteishinnan pyöristää ylöspäin 9 000 euroon, kuntoutuksen hinta on alun isoon kertasummaan nähden edullisempaa kuin pelkästään lonkkamurtumien vuosikustannukset, puhumattakaan muista kaatumisesta seuranneista tapaturmista. Edullisemmat virtuaalitetodellisuusjärjestelmät ja kevyet kuntoutussovellukset vaativat toimiakseen vähemmän teknologiaa, jolloin kuntoutussovelluksen ja siihen tarvittavien teknologioiden kokonaiskustannukset vain pienenevät. Kuitenkin, jotta voidaan säästää pitemmällä tähtäimellä, tarvitaan alkuun tarpeeksi rahoitusta. Erityisesti potilasturvallisuuden takaamiseksi vanhuspalveluiden budjetointiin pitäisi saada riittävät rahoitukset. [6; 24; 32.]

Kuten kuvasta 17 näkyy, vastanneista suurin piirtein joka viides vanhuspalvelujen viranhaltijoista on arvioinut määrärahat riittämättömiksi vanhusten toimintakyvyn ja itsenäisesti suoriutumisen tukemisessa. [2; 4; 6.]



Kuva 17. Vanhuspalveluihin budjetoitujen määrärahojen riittävyys iäkkään väestön toimintakyvyn ja itsenäisen suoriutumisen tukemiseen vuosina 2014–2018 [6].

Olisi tärkeää turvata resurssit toimintakyvyn ylläpitämiseen ja sen heikkenemisen ehkäisyyn, sillä pitkään itsenäisesti arkitoimissaan selviytymiseen kykenevä vanhus tarvitsee vähemmän apua ja palveluja. Tämä säästää paljon kuntien varoja pitkällä tähtäimellä. [2; 4; 6.]

6 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli kehittää monipuolisesti stimuloiva VR-kuntoutuspeli vanhuk- sille, ja tavoitteisiin päästiin melko hyvin. Tehty kuntoutussovellus soveltuu monipuolisen fysioterapeuttisen harjoittelun osaksi vaihtoehtoisena, erilaisena ja hauskempana ratkai- suna. Sovelluksessa harjoitetaan samaan aikaan sekä kognitiivista että fyysistä toimin- takykyä. Kolmiulotteista virtuaalimuistipeliä, jossa korttien kuvina on eläimiä, sillä niiden vaikutus on tutkitusti suuri vanhuksille, pystytään pelaamaan sekä istuen että seisoen. Jos potilaalla on jo heikentyneempi kognitiivinen toimintakyky, esimerkiksi sairauden tai vamman takia, on pelissä vähemmän haastava taso hänelle. Sovellusta aiotaan kehittää eteenpäin lisäämällä siihen ääniä, tasoja ja erilaisia pelimuotoja sekä datankeruujärjes- telmä ja siihen etäyhteydellä käsiksi pääseminen.

Insinööriyössä käytiin ensin läpi ihmisen toimintakyvyn eri osa-alueita ja pohdittiin, miten ikääntyminen vaikuttaa niihin. Erityisesti kognitiivisen ja fyysisen toimintakyvyn heikke- neminen laskee elämänlaatua. Heikentynyt toimintakyky altistaa onnettomuuksille, kuten

kaatumisille. Kaatumistapaturmat johtavat usein murtumiin, ja niistä seuranneet hoitokustannukset ovat suuria. Onnettomuuksien ehkäisy on niiden hoitoa edullisempaa. Vaikka esimerkiksi kuntoutuslaitteiden ja sovelluksen kokonaishinta on aluksi iso, säästää pidemmällä tähtäimellä, koska pitkään säilyvä toimintakyky vähentää palvelujen ja avun tarvetta. Toimintakyvyn laskua voidaan ennaltaehkäistä kaikista tehokkaimmin fysioterapeuttisin harjoittein. Kaikkein tehokkaimpia ovat monipuolisia toimintakyvyn osalualueita stimuloivat harjoitteet, kuten esimerkiksi hernepussien heittäminen samalla, kun kuntoutettava tasapainoilee vaahtomuovialustalla.

Digitaalisten menetelmien käyttö kuntoutuksen tukena on lisääntynyt. Niin vanhuksille kuin muillekin, joilla toimintakyky on heikentynyt joko sairauden tai muun syyn takia, on monipuolisia vaihtoehtoja moderniin kuntoutukseen. Tutkimuksien mukaan virtuaalituodellisuudesta on monipuolisia hyötyjä perinteisten kuntoutus- ja terapiamuotojen lisänä. Kognitiivisen terapian apuna virtuaalituodellisuus vähentää terapeuttien työkuormaa monin tavoin, kuten vähentämällä fyysistä matkustamista, helpottamalla konkreettisen datan keruuta ja säästämällä kustannuksia pitkällä tähtäimellä. Samoja hyötyjä virtuaalituodellisuuden hyödyntämisestä on koulutuksissakin. Kouluttajat saavat helpommin selville, osaavatko koulutettavat kaikki vaadittavat taidot, ja virtuaalituodellisuus mahdollistaa turvallisen ympäristön virheille. Oikeat virheet, esimerkiksi terveydenhoitoalalla, voivat maksaa miljoonia euroja.

Tulevaisuudessa virtuaalisten menetelmien käyttö kuntoutuksessa, lääketieteessä ja koulutuksissa lisääntyy. Arvioidun ikäihmistien määrän kasvamisen myötä heistä tulee iso kohderyhmä virtuaalituodellisuudelle. Varsinkin jos koronapandemia jatkuu, erityisesti etäterapia ja virtuaalinen kanssakäyminen ovat iso osa arkielämää. Pelillisten ja virtuaalisten menetelmien tuoma hauskuus ja erilaisesta näkökulmasta toteutetut ratkaisut sekä sosiaalisen kanssakäymisen lisääminen perinteiseen kuntoutukseen ja vanhusten toimintakyvyn ylläpitämiseen tulevat osaksi kotiin vietäviä palveluja. Iäkkäiden ikäryhmän kasvaessa laitospalveluiden tarvetta yritetään vähentää pyrkimällä säilyttämään itsenäisesti arkielämässä toimimisen kyky. Tekniikan kehitys vaikuttaa myös virtuaalituodellisuuden hyötykäyttämisen kohteiden laajenemisessa. Paremmat teknologiset ratkaisut mahdollistavat virtuaalituodellisuusjärjestelmien soveltumisen suuremmalle osalle väestöstä vähentämällä niiden haasteita ja riskitekijöitä. Todennäköisesti näistä järjestelmistä tulee edullisempiakin, sillä nyt niiden hinnat ovat aika kalliita. Kuntoutussovellukseen, siihen tarvittaviin teknologioihin ja kuntouttajien koulutukseen tarvittavat kokonaiskustannukset

ovat kuitenkin kunnille edullisempia pidemmällä tähtäimellä. Jotta voidaan säästää, tarvitaan alkuun tarpeeksi määrärahoja. Kun itsenäinen arkitoimissa suoriutuminen säilyy mahdollisimman pitkään, palveluiden ja avun tarve vähenee ja heikentyneen toimintakyvyn seurauksena tulevien tapaturmien ja niistä seuraavan sairaalahoidon määrät laskevat.

Lähteet

- 1 Mitä toimintakyky on? 2019. Verkkoaineisto. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. <<https://thl.fi/fi/web/toimintakyky/mita-toimintakyky-on>>. Päivitetty 27.9.2019. Luettu 25.8.2020.
- 2 Ylipainon vähentäminen hillitsee liikkumisen vaikeuksia ikääntyneillä. 2019. Verkkoaineisto. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. <<https://thl.fi/fi/-/ylipainon-vahentaminen-hillitsee-liikkumisen-vaikeuksia-ikaantyneilla>>. Päivitetty 28.2.2019. Luettu 30.10.2020.
- 3 Borodulin, Katja; Koponen, Päivikki; Koskinen Seppo; Lundqvist, Annamari & Sääksjärvi, Katri. 2018. Terveys, toimintakyky ja hyvinvointi Suomessa. FinTerveys 2017 -tutkimus. Loppuraportti. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/136223/Rap_4_2018_FinTerveys_verkko.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. 2018. Luettu 26.8.2020.
- 4 Toimintakyvyn ylläpitäminen. 2020. Verkkoaineisto. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. <<https://thl.fi/fi/web/ikaantyminen/hyvinvointia-vanhuuteen/toimintakyvyn-yllapitaminen>>. Päivitetty 8.10.2020. Luettu 30.10.2020.
- 5 Ikääntyneiden tapaturmat. 2019. Verkkoaineisto. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. <<https://thl.fi/fi/web/hyvinvoinnin-ja-terveyden-edistamisen-johtaminen/turvallisuuden-edistaminen/tapaturmien-ehkaisy/ikaantyneiden-tapaturmat>>. Päivitetty 27.11.2019. Luettu 29.8.2020.
- 6 Havulinna, Satu; Häkkinen, Hanna; Karinkanta, Saija & Lönnroos, Eija. 2018. Tiedosta ja toimi – iäkkäiden kaatumisia voidaan vähentää. Verkkoaineisto. Lääkärintelehti. <<https://thl.fi/documents/920256/1449649/1%C3%A4kk%C3%A4iden+kaatumisia+voidaan+v%C3%A4hent%C3%A4%C3%A4+SLL472018-2780.pdf/72c181d1-39b0-41b4-84a8-38ddadbcb7>>. Luettu 30.10.2020.
- 7 Kaatumisvaaran arviointi. 2020. Verkkoaineisto. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. <<https://thl.fi/fi/web/hyvinvoinnin-ja-terveyden-edistamisen-johtaminen/turvallisuuden-edistaminen/tapaturmien-ehkaisy/ikaantyneiden-tapaturmat/kaatumisten-ehkaisy/kaatumisvaaran-arviointi>>. Päivitetty 6.10.2020. Luettu 1.9.2020.
- 8 Fysioterapia. 2018. Verkkoaineisto. Päijät-Hämeen hyvinvointiyhtymä. <<https://www.phhyky.fi/fi/ikaantyneiden-palvelut-ja-kuntoutus/kuntoutus/fysioterapia/>>. Päivitetty 27.7.2018. Luettu 10.9.2020.
- 9 Ikääntyneen fysioterapia. 2020. Verkkoaineisto. Fysiogeriatría. <https://fysiogeriatría.fi/kuntoutuspalvelut/ikaantyneen_fysioterapia/>. Luettu 10.9.2020.

- 10 Fysioterapia. 2020. Verkkoaineisto. Hippo Terapiaklinikka. <<https://www.hippoterapiaklinikka.fi/fysioterapia/>>. Luettu 11.9.2020.
- 11 Liikkumisen suositus yli 65-vuotiaille. 2020. Verkkoaineisto. UKK-instituuti. <<https://www.ukkinstituutti.fi/liikkumisensuositus/yli-65-vuotiaiden-liikkumisen-suositus>>. Päivitetty 12.5.2020. Luettu 12.9.2020.
- 12 Uusi liikuntapiirakka. 2009. Verkkoaineisto. UKK-instituutti. <http://www.ukkinstituutti.fi/filebank/61-uusi_liikuntapiirakka.pdf>. Luettu 12.9.2020.
- 13 Havulinna, Satu; Häkkinen Hanna, Karinkanta Saija; Kettunen, Piirtola, Maarit, Jyrki; Pitkänen, Tiina; Punakallio, Anne & Sihvonen Sanna. 2017. Kaatumisten ja kaatumisvammojen ehkäisyn fysioterapiasuositus. Verkkoaineisto. <https://www.terveysportti.fi/dtk/sfs/avaa?p_artikkeli=sfs00003>. Päivitetty 26.10.2017. Luettu 8.10.2020.
- 14 Hiltunen, Tuomas & Jelkänen, Ville. 2017. Ikäihmisten voima- ja tasapainoharjoittelu – opas vertaisohjaajille. Verkkoaineisto. Opinnäytetyö. Karelia-ammattikorkeakoulu. <https://www.ikainstituutti.fi/content/uploads/2017/01/opas0302_uusiK_netii2_VIIMEISIN.pdf>. Luettu 10.10.2020.
- 15 Cotea, Cristina; Pietrzak, Eva & Pullman, Stephen. 2014. Using commercial video games for upper limb stroke rehabilitation: is this the way of the future? Verkkoaineisto. National Library of Medicine. <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24710975/>>. Luettu 10.10.2020.
- 16 Now Let's Get Wii Fit. Verkkoaineisto. Wii Explained. <<https://www.nintendo-wii-explained.com/wii-fit.html>>. Luettu 1.11.2020.
- 17 Mikä on muistipuisto. 2020. Verkkoaineisto. Muistipuisto. <<https://www.muistipuisto.fi/tietoa/mika-on-muistipuisto/>>. Päivitetty 31.8.2020. Luettu 16.10.2020.
- 18 Liekola, Heidi. 2015. Muistisovellus vireyttää vanhuksia. Verkkoaineisto. Sävelsirku. <<https://savelsirku.fi/muistisovellus-vireyttaa-vanhuksia/>>. Päivitetty 24.9.2015. Luettu 16.10.2020.
- 19 Yeti Tablet. 2020. Verkkoaineisto. Kuori. <<https://yetitablet.com/>>. Luettu 1.11.2020.
- 20 Moto – bring happiness to life. 2020. Verkkoaineisto. Entertainment Robotics. <https://www.moto-tiles.com/moto_tiles_products.pdf>. Luettu 16.10.2020.
- 21 Kuntoutus – mielekästä kuntoutusta kaikenikäisille. 2020. Verkkoaineisto. CSE Entertainment. <<https://iwall.fitness/kuntoutus>>. Luettu 1.11.2020.

- 22 Honkonen, Anniina & Soini, Sanna. 2020. Projektityöntekijä ja lehtori. Laurea ammattikorkeakoulu. Espoo. Happy Golden Days – vanhustyön webinaari, 6.10.2020.
- 23 Vertaile virtuaalilaseja. Verkkoaineisto. Oculus. <<https://www.oculus.com/compare/>>. Luettu 18.10.2020.
- 24 Discover the full line-up of VIVE Systems. Verkkoaineisto. Vive. <<https://www.vive.com/eu/product/>>. Luettu 30.10.2020.
- 25 PS VR:n tarkat tiedot – tekniset ominaisuudet. Verkkoaineisto. Playstation. <<https://www.playstation.com/fi-fi/explore/playstation-vr/tech-specs/>>. Luettu 18.10.2020.
- 26 VR-lasit. Verkkoaineisto. Valve Software. <<https://www.valvesoftware.com/fi/index/headset>>. Luettu 18.10.2020.
- 27 Ohjaimet. Verkkoaineisto. Valve Software. <<https://www.valvesoftware.com/fi/index/controllers>>. Luettu 18.10.2020.
- 28 Tukiasemat. Verkkoaineisto. Valve Software. <<https://www.valvesoftware.com/fi/index/base-stations>>. Luettu 18.10.2020.
- 29 Kim, SJ. 2017. Valve's Knuckles VR Controller To Have Capacitive Sensors. Verkkoaineisto. VR News. <<https://www.vrandfun.com/valves-knuckles-vr-controller-capacitive-sensors/>>. Päivitetty 22.6.2017. Luettu 18.10.2020.
- 30 Google Cardboard. Verkkoaineisto. Google. <<https://arvr.google.com/cardboard/>>. Luettu 18.10.2020.
- 31 Gear VR with Controller. Verkkoaineisto. Samsung. <<https://www.samsung.com/global/galaxy/gear-vr/>>. Luettu 18.10.2020.
- 32 Virtuaalinen elämyslääke podcastit. Verkkoaineisto. Turun ammattikorkeakoulu. <<https://virtu.turkuamk.fi/podcastit/>>. Luettu 30.10.2020.
- 33 Hands On Training. Verkkoaineisto. CTRL Reality. <<https://ctrlreality.fi/fi/hands-on-training-2/>>. Luettu 19.10.2020.
- 34 Bästa träningen - Paras treeni – Ilman kipua ei ole nautintoakaan. 2020. Verkkoaineisto. Yle-areena. <<https://areena.yle.fi/1-50540756>>. Luettu 19.10.2020.
- 35 Terapia. Verkkoaineisto. Kognitiivisen psykoterapian yhdistys Ry. <<https://kognitiivinenpsykoterapia.fi/terapia>>. Luettu 19.10.2020.

- 36 Ääniä kuulevat hyötyvät uudesta AVATAR-terapiasta. 2018. Verkkoaineisto. Duodecim. <<https://www.duodecim.fi/2018/01/15/aania-kuulevat-hyotyvat-uudesta-avatar-terapiasta/>>. Päivitetty 15.1.2018. Luettu 19.10.2020.
- 37 Grönholm, Pauliina & Marttinen, Riikka. 2018. Virtuaalitodellisuustyöpajat ikäihmisille: kokemuksia, läsnäoloa ja tunnetta. Verkkoaineisto. Eläkeliitto Ry ja EHYT ry. <<https://elakeliitto.fi/sites/default/files/2018-08/Virtuaalitodellisuusty%C3%A8pajat%20ik%C3%A4ihmisille%20kokemuksia%20l%C3%A4sn%C3%A4oloa%20ja%20tunnetta.pdf>>. Luettu 29.10.2020.
- 38 Input for OpenVR controllers. Verkkoaineisto. Unity-dokumentaatio. <<https://docs.unity3d.com/560/Documentation/Manual/OpenVRControllers.html>>. Luettu 28.10.2020.
- 39 Seniorit tikissä – Taustaa. 2020 Verkkoaineisto. Seniorit tikissä. <<https://tikissa.metropolia.fi/esimerkkisivu/>>. Luettu 29.10.2020.