

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Fysioterapeuttikoulutus

Lauri Nenonen

Virtual reality -sovellus osaksi jalkapallomaalivahdin ACL
kuntoutusta

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2020



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2020
Fysioterapeuttikoulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä
Lauri Nenonen

Nimeke
Virtual Reality –Sovellus Osaksi Jalkapallomaalivahtin ACL Kuntoutusta

Toimeksiantaja
Karelia-amk, Fysiotikka

Tiivistelmä

Polven eturistisiteen korjausleikkauksen jälkeinen kuntoutus on jalkapalloilijoilla pitkä, lähes vuoden mittainen matka takaisin pelikuntoon. Kontakteja sisältävissä lajeissa paluu täysitehoiseen harjoitteluun on mahdollista noin yhdeksän kuukauden kuluttua leikkauksesta. Virtual realityä (VR) on käytetty varsin vähän terveyden- ja hyvinvoinninalalla, mutta se tarjoaa muovautuvuutensa puolesta monia mahdollisuuksia kehittää jalkapallomaalivahtin tarvitsemia ominaisuuksia kuntoutumisen aikana.

Toiminnallisessa opinnäytetyössä on tarkoituksena kehittää VR-sovellus, jonka avulla jalkapallomaalivahti voi kehittää turvallisesti lajissaan tarvitsemia reaktiivisia ominaisuuksia. VR:n avulla tapahtuvan harjoittelun ansiosta maalivahti on tavallista valmiimpi palatessaan takaisin pelikentille. Työn toimeksiantajana toimii Fysiotikka, jonka käytettäväksi valmis tuotos annetaan.

Valmis sovellus pitää sisällään erilaisia helposti muunneltavia parametreja, joiden avulla voidaan muodostaa halutun kaltainen torjuntaharjoitus. Case-asiakkaalta kerätyn palautteen perusteella harjoittelu koettiin realistiseksi ja hyödylliseksi. Jatkokehitysideana sovelluksen avulla voitaisiin kerätä talteen suurempi määrä dataa useilta käyttäjiltä ja arvioida sen perusteella harjoittelussa tapahtuvaa kehitystä.

Kieli

Suomi

Sivuja 45

Asiasanat

ACL, kuntoutus, jalkapallomaalivahti, virtual reality



THESIS
April 2020
Degree Programme in Physiotherapy

Tikkarinne 9
FI-80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. +358 13 260 600

Author
Lauri Nenonen

Title
Incorporation of Virtual Reality Application Into Anterior Cruciate Ligament Rehabilitation of Football Goalkeepers

Commissioned by Karelia University of Applied Sciences, Fysiotikka

Abstract

Post-operative Anterior Cruciate Ligament (ACL) rehabilitation in football players is almost a year-long journey before returning to the playing field. In contact sports, returning to unrestricted training can take up to nine months. Virtual reality has been used quite little in the healthcare and wellness sector although during the rehabilitation it provides a football goalkeeper a lot of possibilities to improve those attributes that the sport requires.

The aim of this practise-based thesis was to develop a Virtual Reality (VR) application which gives a football goalkeeper an opportunity to improve reaction speed and reflex saves safely. After the use of VR, the goalkeeper is more prepared when returning to the playing field. This thesis was commissioned by Fysiotikka and the finished product will be entirely at their disposal.

The application consists of easily adjustable parameters which allow the user to create desired saving drills for the goalkeeper. Feedback collected from the case patient shows that the training with VR was experienced as realistic and useful. A further development idea could be to collect more data from several different subjects and use it to evaluate the progress in the training.

Language

Finnish

Pages 45

Keywords

Virtual reality, rehabilitation, football goalkeeper, ACL

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Polven anatomia	6
2.1	Polven nivelet ja nivelsiteet	6
2.2	Eturistiside eli ACL	7
2.3	Polven muut rakenteet	7
3	Eturistisidevammat	8
3.1	Eturistisidevammojen hoito	8
3.2	Vamman uusiutumiskirski	10
3.3	Kuntoutus	11
4	Virtual reality (VR)	14
4.1	Virtual reality SWOT-analyysi	14
4.2	Virtual reality tasapainoharjoittelussa	17
4.3	Virtual Reality ja ICF	18
5	Jalkapallomaalivahdin ominaisuudet	19
6	Opinnäytetyön tarkoitus ja tehtävät	21
7	Opinnäytetyön menetelmät	21
7.1	Sovelluksen suunnittelussa käytetyt ohjelmat ja laitteistot	23
7.2	Kehittämistehtävän viitekehys	23
7.3	Tiedonhaussa käytetyt menetelmät	25
8	Opinnäytetyön toteutus	26
8.1	Case tapauksen valinta	26
8.2	VR-sovelluksen suunnittelu	26
9	Opinnäytetyön tulokset	29
9.1	Valmis sovellus	29
9.2	Case-asiakkaan käyttökokemus	31
9.3	Koodarin palaute	33
10	Pohdinta	34
10.1	Palautteen pohdinta	34
10.2	Opinnäytetyön onnistuminen	37
10.3	Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus	39
10.4	Kehittämistoiminnan luotettavuus ja eettisyys	39
10.5	Ammatillinen kasvu	41
10.6	Jatkokehittämissideat	42
	Lähteet	44

1 Johdanto

Urheilijan loukkaantuessa hän käy läpi vaiheittain etenevän kuntoutusprosessin. Kuntoutusprotokolla noudattaa vammasta riippuen yleistä kaavaa ja täysitehoinen urheiluun paluu tapahtuu vasta luvan saatua. Usein loukkaantumisen aikana kehityskäyrä on laskeva ja kuntoutuksen jälkeen urheilija yrittää saavuttaa mahdollisimman nopeasti ennen loukkaantumista olleen tasonsa. Olisiko virtual realityn (VR) avulla mahdollista tuoda kuntoutukseen uusia elementtejä, joiden avulla urheilijan kehityskäyrä säilyisi myös kuntoutuksen aikana mahdollisimman lähellä normaalia?

Virtual realityllä tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä tietokoneen avulla luotua keinotekoisia ympäristöä, jossa käyttäjä pitää päässään virtuaalitodellisuuslaseja ja käsissään ohjaimia, joiden avulla on mahdollista vaikuttaa ympäristön tapahtumiin. VR:ää on tutkittu ja käytetty varsin vähän terveys- ja hyvinvointialalla. Sen käyttö on rajoittunut lähinnä arjen viihteeksi erilaisten pelien muodossa. Makenna (2018) on tutkinut VR:n käytön kiinnostavuutta yliopistojalkapallon pelaajien keskuudessa. Hänen kyselytutkimuksensa osoittaa, että etenkin nuoret miehet kokivat VR:n hyvin kiinnostavana osana kuntoutusta ja lajitaitojen kehittämistä.

Polven eturistisiteen eli ACL:n kuntoutuksesta ja se vaiheista on olemassa paljon tietoa. Kuntoutus etenee asteittain rajoituksia poistaen, sekä vaativimpiin liikkeisiin siirtyen. Paluu täysitehoisesti urheilulajeihin, jotka sisältävät sivuttaissuuntaisia kiertäviä liikkeitä tai kontakteja tapahtuu yleensä 9-12 kuukauden kuluttua leikkauksesta. (Koistinen 2017, 11)

Tässä opinnäytetyössä lähdetään edellä mainituista näkökulmista kehittämään VR-sovellusta toimeksiantajana toimivan Fysiotikan tarpeisiin. Opinnäytetyön case-asiakkaana on jalkapallomaalivahti, joka on katkaissut eturistisiteensä jalkapallon pelitilanteessa. VR-sovellusta aletaan kehittämään ottamalla huomioon kuntoutuksen vaiheet ja sen mitä vammasta riippumattomia ominaisuuksia jalkapallomaalivahti pystyisi kehittämään kuntoutuksen aikana.

Valmiilla sovelluksella tapahtuneen harjoittelun jälkeen case-asiakkaalta kerätään haastattelun avulla palautetta sovelluksen käyttökokemuksesta.

Opinnäytetyö sisältää teoriaosuuden, jossa avataan ja selitetään sovelluksen kehittämiseen ja kuntoutukseen olennaisesti vaikuttavia asioita. Tämä jälkeen avataan tarkemmin työn tarkoitusta, tehtäviä ja menetelmiä. Seuraavana kuvaillaan kehitysprosessin vaiheet alusta loppuun ja esitellään valmis tuotos. Pohdinnassa mietitään tuotoksen laatua case-asiakkaan, koodarin, sekä omakohtaisen kokemuksen pohjalta. Lopuksi käydään läpi työn eettisyyttä, jatkokehitysideoita, sekä omaa ammatillista kasvua opinnäytetyöprosessin aikana.

2 Polven anatomia

2.1 Polven nivelet ja nivelsiteet

Polvessa sijaitsee polvinivel, joka yhdistää reisiluun sääri- ja pohjeluuhun. Tältä alueelta voidaan erotella kaksi erillistä niveltä: polvilumpio-reisiluunivel, sekä sääri-reisiluunivel. Sääri-reisiluunivel muodostuu reisiluun ulommasta ja sisemmästä nivelnastasta, jotka nivELYVÄT sääriluun päähän niiden alapuolelta. Polvilumpio eli patella sijaitsee polvinivelen etupuolella reisiluun nivelnastojen välisessä kourussa. Lisäksi alueelta löytyy myös sääri-pohjeluunivel, joka muodostuu pohjeluun päästä ja nivELYTYY sääriluuhun polven alaulkoreunalla. (Walker 2014, 187)

Polven stabiliteetin mahdollistavat vahvat nivelsiteiden muodostavat nivelsidekimput. Näitä ovat polven ulko- ja sisäreunalla olevat ulompi ja sisempi sivuside. Niiden tehtävänä on estää polven liiallinen sivuttaisliike. Takaristiside sijaitsee polven takaosassa nivelkapselin sisällä ja sen tehtävänä on hallita sääriluun taaksepäin suuntautuvaa liikettä. Myös eturistiside sijaitsee tämän nivelkapselin sisällä ja se kontrolloi sääriluun eteenpäin ja kiertosuuntaan tapahtuvaa liikettä. Näiden polven neljän päänivelsiteen lisäksi polvessa on

useita muita nivelsiteitä, jotka myös lisäävät polvinivelen tukevuutta. (Walker 2014, 187)

Polvessa iskunvaimentimena toimivat meniskit eli nivelkierukat. Niitä ovat sisempi ja ulompi nivelkierukka ja ne sijaitsevat polvinivelessä reisi- ja sääriluun välissä. Kierukat jakavat niveleen kohdistuvan painon ja parantavat nivelen kongruenssia, sekä polven stabiliteettia. (HUS 2019)

2.2 Eturistiside eli ACL

Eturistiside eli ACL kulkee viistosti säären etuosasta reiden takaosaan. Se on leveä nivelside, joka koostuu viuhkamaisista säikeistä. Säikeet ovat erimittaisia ja ne kiinnittyvät laajalla alueella niin sääressä kuin reidessä. Tästä johtuen eri kimput jännittyvät vaihtelevasti liikkeen mukaan. Eturistiside vakauttaa polvea ja estää säären liiallisen liukumisen eteen, sekä yliojentumisen. Se myös kontrolloi säären kiertymistä reiteen nähden polven ollessa ojentuneena tai lähes ojentuneena. Lisäksi ACL estää yhdessä sisemmän sivusiteen kanssa polven sisäänpäin vääntymiseltä. Eturistiside antaa myös proprioseptista palautetta polven asennosta. (Kallio 2016)

2.3 Polven muut rakenteet

Polvinivelen nivelkapselia vahvistavat myös sen yli menevien lihasten jänteet. Näitä ovat nelipäisen reisilihaksen jänne, joka kulkee lihaksesta polvilumpioon, muuttuen tämän alapuolella polvijänteeksi. Lisäksi hamstring lihasryhmän jänteet kulkevat polvitaipeen puolelta sääriluuhun. Myös takakautta kulkee pohkeesta reisiluun nivelnastoihin kiinnittyvä kaksoiskantalihas. Niin sanottu hanhenjalka vahvistaa nivelkapselia sen keskeltä. Tällä tarkoitetaan m. sartoriuksen, m. gracilisin ja m. semitendinosuksen jänteitä. (Walker 2014, 188)

Polviniveltä ympäröi nivelkalvo, jonka sisällä on nivelen voiteluun tarvittava nivelneste. Koko nivelkapseli on ympäröity tällä kalvolla ja sen tehtävänä on

suojata nivelrustoa ja pitää koko nivel voideltuna. Polvessa on lisäksi useita bursia eli limapusseja, joiden tehtävänä on pehmentää ja suojata luita, jänteitä ja nivelsiteitä. (Walker 2014, 189)

3 Eturistisidevammat

Eturistisiteen repeytymiä esiintyy useimmiten polven vääntyessä ja ollessa kiertyneenä. Vammat voivat syntyä suoran voiman kuten kontaktin seurauksena tai epäsuorasti varatessa koko painon polven varaan. Lisääntyneeseen vammariskiin vaikuttavat monet eri syyt kuten nivelten yliliikkuvuus. Lisäksi jotkin polven rakenteelliset tekijät voivat altistaa eturistisiderepeämille. On myös mahdollista, että ristisiteet ovat valmiiksi heikkoja. Naisilla on todettu eturistisidevammojen olevan 3-6 kertaa yleisempiä kuin miehillä. Tätä selitetään usein hormonaalisilla, sekä polven kuormitukseen vaikuttavilla rakenteellisilla tekijöillä. (Kallio 2016)

Eturistisidevammat ovat yksi yleisimpiä polven nivelsidevammoja jalkapalloilijoilla. Jalkapallo on kontaktilaji, mutta jopa 70 % ACL-vammoista tapahtuu tilanteissa, joissa ei ole kontaktia. Vamma tulee usein lonkan kiertyessä ja polven taittuessa samanaikaisesti sisäänpäin. Jos hypyn alastulossa tapahtuu sisäänpäin polven ja nilkan pettämistä, ennustaa se riskiä eturistisidevammaan. Osittain ACL-vamma on myös rasitusvamma edellä mainittujen virheellisten liikemallien seurauksena. Yliliikkuvuuden ja rakenteiden lisäksi urheillessa riskitekijänä ovat etenkin polvien huonot linjaukset. (Toivanen 2019)

3.1 Eturistisidevammojen hoito

Eturistisiteen repeämä on usein lähes täydellinen, joten se haittaa polvinivelen tukevoittamista. Tämä aiheuttaa epämukavuuden, pettämisen sekä muljahtelun tunnetta, joka häiritsee etenkin polvea rankasti kuormittavissa urheilulajeissa

kuten pallopeleissä. Lisäksi repeämä altistaa muut polvessa terveenä säilyneet rakenteet mahdollisille vaurioille. (Kallio 2016)

Konservatiivinen hoitolinja valitaan tilanteissa, joissa polvi tuntuu tukevalta. Se ei myöskään saisi enää joutua urheilussa kovalle kierto- tai vääntörasitukselle tai altistua kontakteille. Alkuvaiheessa tarkoituksena on vähentää turvotusta, palauttaa liikelaajuudet ja vahvistaa lihaksia. Mahdollista on myös käyttää polvitukea etenkin, jos eturistisidevamman liittyy sivusiteiden repeämiä. Palaaminen kevyeen urheiluun on usein mahdollista jo 2-3 kuukauden kuluttua vamman synnystä. (Kallio 2016)

Tuoreessa polvivammassa polven tukevuuden luotettava toteaminen tai kuormittaminen ei ole aina mahdollista. Tällöin voidaan kokeilla alkuun konservatiivista kuntoutusta noin 1-3 kk ajan ja tehdä päätös leikkauksesta vasta sen jälkeen. Eturistisidevamma aiheuttaa vähintään 6 kuukauden mittaisen tauon polvea kuormittaviin lajeihin. Huippu-urheilussa 3 kuukauden mittainen toimimaton konservatiivinen hoito ja sen jälkeinen leikkaus voi pahimmillaan venyttää tauon urheilusta kahden kauden mittaiseksi. Tämä tieto on otettava huomioon valittaessa urheilijan hoitolinjaa. (Kallio 2016)

Leikkaushoidossa ristiside rakennetaan uudelleen yleensä vammautuneesta polvesta otetuilla rakenteilla, kuten reisijännteillä. Lyhyen ja säikeisen ristisiteen korjaaminen ja kiinnittäminen uudelleen ei pysty palauttamaan ristisiteelle sen normaalia toimintaa ja tukevuutta. Leikkaushoito valitaan yleensä silloin kun polvi on sekä subjektiivisesti, että kliinisesti selvästi löysä. Leikkaustekniikasta ei vallitse selkeää konsensusta, vaan leikkauksissa käytetään erilaisia tekniikoita ja materiaaleja. Eri siirrännäistyyppit toimivat hyvin ja tekevät ristisiteestä vähintään yhtä tukevan kuin alkuperäinen. (Kallio 2016)

Leikkaukseen päädyttäessä eturistisidevamman tulisi korjata 2 viikon kuluessa vamman synnystä. Tällöin päästään hyödyntämään parhaalla tavalla luonnon omaa vammanjälkeistä korjausprosessia. Eturistisiteiden osalta leikkaustulokset ovat hyviä ja suurin osa potilaista pääsee palaamaan takaisin aikaisemman urheiluharrastuksensa pariin. (Kallio 2016)

ACL-siirrännäisen paranemisprosessin tarkan aikarajan määrittäminen on vaikeaa, mutta se antaa perusteita kuntoutuksen etenemiselle. Siirre käy läpi paranemisprosessin eri vaiheet, joita ovat tulehdus, fibroplasia, nekroosi ja uudelleenmuodostuminen. Ensimmäisenä tulehduksen jälkeen alkaa fibroplasia eli sidekudoksen muodostuminen, joka kestää useita viikkoja. Noin 16 viikon kohdalla sidekudoksen edelleen muodostuessa palautuu verenkierto siirteeseen. Fibroplasian aikana liike on suositeltavaa, sillä se auttaa sidekudoksen muodostumisessa ja järjestäytymisessä. Liiallista kuormitusta on kuitenkin syytä välttää, ettei kudoksesta vaurioidu. Ajan kuluessa kudoksesta maturoituu, sekä uudelleen järjestäytyy ja vuoden kuluttua leikkauksesta siirre näyttää ligamentilta. Siirre on vahvimillaan heti rekonstruktion jälkeen, mutta heikkenee nekroosin aikana, joka tapahtuu noin 6 viikon kuluttua leikkauksesta. Tämän jälkeen se alkaa vahvistumaan taas maturoituessaan ja muodostuessaan uudelleen. Aikaista urheiluun paluuta (2-4 kuukautta) pidetään riskinä siirteen vaurioitumiselle. On myös syytä muistaa, että siirteen lopullinen lujuus ei ole koskaan suurempi kuin alkuperäisen ligamentin. (Niemeläinen & Vätilä 2002, 19–20)

3.2 Vamman uusiutumisriski

ACL rekonstruktion jälkeen noin puolet urheilijoista pääsee takaisin lajinsa pariin vuoden sisällä leikkauksesta. Arvioiden mukaan leikkauksessa käyneistä ja urheiluun palanneista noin yksi neljästä tarvitsee uuden leikkauksen, jonka jälkeen paranemisennuste on jo paljon ensimmäistä leikkausta huonompi. Parhaissakin tapauksissa vamman uusiutumisriski on moninkertainen verrattuna ensimmäiseen kertaan. Näihin riskitekijöihin pystytään puuttumaan hyvällä kuntoutuksella. Aivan kuten ensimmäisellä kerralla uusiutuu vamma usein tilanteissa, joissa ei ole kontaktia. Suurimpana loukkaantumisen riskiä lisäävänä tekijänä pidetään hermolihaskäytön puutteita. Tähän lisääntyneeseen riskiin liittyy olennaisesti myös biomekaaniset poikkeamat ja liikkeen epäsymmetriat. On myös todettu, että nuorilla urheilijoilla riski vamman uusimiseen on kaikkein korkein. (Hewett, Di Stasi & Myer 2012)

3.3 Kuntoutus

Vaihe	Ajanjakso	Tavoite	Harjoitteet
Vaihe 1	Viikot 0-2	<ul style="list-style-type: none"> Turvotuksen vähentäminen Liikelaajuuden ylläpitäminen Kivun vähentäminen Tulehduksen ehkäiseminen Polvinivelen liikelaajuus 0-120° 	<ul style="list-style-type: none"> Kylmä ja kompressio Passiivinen liikehoito Isometriset lihasjännitykset Polvinivelen ekstensioharjoitteet 7 vrk jälkeen kävellessä täyspainovaraus Kahdella jalalla ¼ kyykyt
Vaihe 2	Viikot 3-4	<ul style="list-style-type: none"> Turvotuksen vähentäminen Kivun vähentäminen Kävelyn normalisointi Polvilumpion normaali liike Polvinivelen lisääntyvä kuormitus Polvinivelen täysi liikerata 0-130° 	<ul style="list-style-type: none"> Kylmähoito Polvinivelen aktiiviset ekstensioharjoitteet Polvinivelen loppuojennus Kuntopyöräily ja allasterapia Kävellessä polvinivelen täysi ekstensio kantauskun aikana Kahdella jalalla ¼ kyykyt
Vaihe 3	Viikot 5-8	<ul style="list-style-type: none"> Polvinivelen kontrollointi painovarauksen aikana Normaali kävelysykli Aerobisen kestävyuden kehittäminen Valmistaa jalkapalloon liittyvän hermolihasjärjestelmän toimintaa 	<ul style="list-style-type: none"> Kylmähoito Polvinivelen aktiiviset ekstensioharjoitteet Dynaamiset tasapainoharjoitukset Pyöräily ulkona tasaisella 1h kävelyt Vesijuoksu ja porraskävely Kyykyt 80° feleksioon Yhdellä jalalla tehtävät harjoitukset
Vaihe 4	Viikot 9-16	<ul style="list-style-type: none"> Polvea tukevien ja liikuttavien lihasten voiman lisääminen Lihaskestävyyden lisääminen Polvinivelen hallinnan lisääminen Hölkääminen tasaisella Optimoida jalkapalloon liittyvän hermolihasjärjestelmän toiminta 	<ul style="list-style-type: none"> Kylmähoito Yhdellä jalalla tehtävien lihasvoimaharjoitteiden tehostaminen Pyöräily mäkisessä maastossa Lyhyet hölkkämatkat Dynaamisten tasapainoharjoitusten vaikeuttaminen Kevyet hyppyharjoitukset
Vaihe 5	Viikot 17-26	<ul style="list-style-type: none"> Polviniveltä liikuttavien lihasten maksimivoiman lisääminen Juoksunopeuden lisääminen Liikekontrollin lisääminen Normaaleihin aktiviteetteihin palaaminen Valmistaa pelaaja palaamaan joukkueharjoituksiin 	<ul style="list-style-type: none"> Plyometriset harjoitteet (nopeusvoima) Operoidun jalan hyppyharjoitteet Tasapainoharjoitukset Harjoitteet epävakaa alustalla Kevyet lajikohtaiset harjoitteet
Vaihe 6	Kuukaudet 6-9	<ul style="list-style-type: none"> Polvinivel kestää normaalia kuormitusta Operoidun alaraajan polviniveltä liikuttavien lihasten voima >95% ei-operoidun alaraajan voimasta Pelaaja on valmis palaamaan joukkueharjoitteluun ilman rajoituksia 	<ul style="list-style-type: none"> Normaali kuormitus Lajinomaiset harjoitukset Sivuttaissuuntaiset hyppy-, ketteryyss- ja koordinaatioharjoitukset Suoralinjaisten lajien täystehoinen harjoittelu
Vaihe 7	Kuukaudet 9-12	<ul style="list-style-type: none"> Polven suorituskyky > tai = 100% Paluu kilpailullisiin peleihin 	<ul style="list-style-type: none"> Kontaktilajeissa paluu täysitehoiseen harjoitteluun

KUVA 1. Esimerkkitaulukko ACL-kuntoutuksesta Kauranen (2018, 223), Koistinen (2017) & Bizzini, Hancock, Impellizzeri (2012, 304–305) pohjalta.

Jalkapallossa ACL-vamma on yksi vakavimmista loukkaantumisista ja mahdollisesti jopa uran päättävä. Kuntouksessa suurin haaste on tunnistaa lajille tyypilliset elementit ja nähdä eri lajien vaatimukset hermolihasjärjestelmän toiminnan kannalta. Jalkapallo on fyysisesti poikkeuksellisen haastava laji urheilijan tehdessä maksimaalisian suorituksia lyhyellä palautumisajalla. Hyvin suunniteltu kuntoutusohjelma on avain urheilijan onnistuneeseen paluuseen ilman vamman uusiutumiseriskiä. Yllä (kuva 1) esitetään esimerkki jalkapalloilijan ACL kuntoutuksesta. (Bizzini, Hancock & Impellizzeri 2012, 304–305)

Eturistisiteen kuntoutuksen linjaaminen tapahtuu yhteistyössä fysioterapeutin ja leikkaavan lääkärin kanssa. Urheilijalla kuntoutus jaetaan usein eri aikajaksoihin

ja sen edistymistä seurataan toiminnallisten testien ja mittausten avulla. Aina kun aikajaksolle asetettu tavoite on saavutettu, voidaan siirtyä turvallisesti seuraavaan vaiheeseen. Kuntoutukseen ei ole olemassa vain yhtä oikeaa tapaa tai aikataulua, vaan urheiluun paluu vaatii kohdennettu kuntoutusta, sekä yleisharjoittelua muiden ominaisuuksien ylläpitämiseksi. Aikajaksot voivat olla liukuvia, jos harjoitusprogression kriteerit ovat toimintakykylähtöisiä ja kuntoutuksen seuranta riittävän intensiivistä. Suomessa vakuutusyhtiö tavallisesti korvaa noin kymmenen kuntoutukseen liittyvää fysioterapiakertaa. Huippu-urheilijoille sopiva määrä olisi puolen vuoden aikana noin 100 kuntoutuksen kohdennettua harjoituskertaa, jonka lisäksi muuta ominaisuusharjoittelua tulisi tehdä lähes päivittäin. (Koistinen 2017, 9-10)

Urheilijan kuntoutuksen alkuvaiheessa aikajaksot harjoitusprogression päivittämisen välillä voivat olla 3 viikon mittaisia noin viikolle 12 asti. Alkuvaiheessa päästään tyypillisesti 3 viikon aikana alemmalta toiminta- ja suorituskyvyn tasolta aina seuraavalle. Ensimmäisessä vaiheessa tehdään reisilihasten aktivointiharjoituksia ja polven liikehallintaa parantavia harjoituksia pitäen huolta polven ojennusliikkuvuuden palautumisesta. Polven ojennusliikkeen jäädessä puutteelliseksi tulee se häiritsemään myöhemmässä vaiheessa liikeketjun normaalia toimintaa. Alkuvaiheessa suljetun liikeketjun kuten kyykkyjä ja jalkaprässiä pidetään avoimen ketjun harjoituksia turvallisempina. Nämä avoimen ketjun harjoitukset lisäävät paremmin etureiden lihasmassaa, mutta niitä ei tulisi aloittaa liian varhain kuntoutuksessa. Toiminnallisissa harjoituksissa liikkeet tulisi tehdä suoralinjaisesti välttämättä polveen kohdistuvia kiertäviä tai leikkaavia voimia. Leikkauksen jälkeen tulee myös muistaa pitää huoli keskivartalon ja lantion alueen tukilihasten, sekä pohjelihasten hyvästä toiminnasta. Tämä parantaa liikehallintaa esimerkiksi hyppyjen alastulossa. Alkuvaiheen aerobisesta kunnosta voidaan pitää huolta esimerkiksi kuntopyöräilemällä tai vesijuoksemalla. (Koistinen 2017, 10)

Kolmen kuukauden kuluttua leikkauksesta voidaan yleensä tehdä suorituskyykyä mittaavat testit. Näitä ovat esimerkiksi polven ojennus- ja koukistusvoiman testaaminen, sekä yhden jalan ponnistusvoimatesti. Lisäksi erilaisten hyppelykoordinaatiota vaativien moniloikkatestien toistettavuutta on tutkittu ja

niiden on todettu antavan paremman kuvan toiminnallisuudesta, kuin pelkän yksittäisen hyppytestin. Tuloksia verrataan toiseen alaraajaan tai vammaa edeltäneeseen tilanteeseen, jos se on mahdollista. Tässä kohtaa kuntoutusta on hyvä tutkia juoksutekniikkaa, sekä linjauksia hyppyjen alastuloissa. Näiden testien perusteella tehdään suunnitelma etenemisestä kohti 6 kuukauden etappia. (Koistinen 2017, 10)

3-6 kuukauden kohdassa uusintavamman riski on suurimmillaan subjektiivisen toimintakyvyn ja liikkuvuuden palaututtua, mutta lihasvoiman ja hallinnan ollessa yhä puutteellista. Lisäksi siirre on menettänyt tässä vaiheessa jonkin verran vetolujuuttaan. Edellä mainituista syistä johtuen tämän ajanjakson alussa harjoittelun painopiste on edelleen lihasvoiman kehittämisessä, sekä suoralinjaisissa toiminnallisissa liikkeissä. Juoksua voidaan lähteä hiomaan hölkästä kohti juoksua ja ketteryyttä lisäävää harjoittelua tulee ottaa osaksi kuntoutusta. Sivuttaissuuntaan tapahtuvaa harjoittelua tulee lisätä hyvin maltillisesti edelleen välttämällä leikkaavaa liikettä. Huomiota tulee myös kiinnittää nilkan ja lantion alueen hallintaan, sekä tehokkaaseen käyttöön. Hyppyharjoituksissa kiinnitetään huomiota alastulotekniikan lisäksi seuraavien hyppyjen ponnistuksiin ja vastaponnistuksiin. Lähestyttäessä 6 kuukauden jakson loppua sivuttaissuuntaiset ponnistukset ja ketteryys-, sekä koordinaatioharjoitukset tehostuvat. (Koistinen 2017, 10–11)

Täysitehoisesti suoralinjaisen lajinsa harjoitteluun urheilija voi palata noin puolen vuoden kuluttua leikkauksesta, mikäli kuntoutus on edennyt hyvin ja leikatun jalan suorituskyvyssä on saavutettu 90–100% taso. Lajin sisältäessä sivuttaissuuntaisia, vääntäviä tai kiertäviä liikkeitä tai jos se sisältää kontakteja täysitehoiseen harjoitteluun paluu on suositeltavaa aikaisintaan 9-12 kuukauden kuluttua leikkauksesta. Tällöin polven suorituskyvyn tulisi olla mahdollisimman lähelle 100 %. Lajia kannattaa kuitenkin sisäanjaa helpotetuilla harjoituksilla ja huomioimalla esimerkiksi pallopeleissä niiden vaatiman havainnointikyvyn. Optimitilanteessa suorituskyvyn ollessa lähelle tai kokonaan palautunut siirtyy päävastuu harjoittelun ohjaamisesta valmentajille. (Koistinen 2017, 11)

4 Virtual reality (VR)

Virtual Reality eli lyhyemmin VR tulee englannin kielestä ja se tarkoittaa suoraan käännettynä virtuaalitodellisuutta. Sana virtual tarkoittaa lähellä olevaa ja reality todellisuutta, mikä tarkoittaa siis lähellä todellisuutta olevaa. Tämä on vapaasti käännettävissä todellisuutta jäljitteleväksi. (Virtual Reality Society 2019)

Koemme maailman eri aistiemme kautta eli kokemuksemme todellisuudesta ovat yksinkertaisesti aivojemme käsittelemiä aistituntemuksia ympäriltä saadusta informaatiosta. Pystyt siis välittämään aisteille itsetehtyä tietoa, jolloin havaintosi todellisuudesta muuttuu sen mukana. Tätä todellisuutta ei oikeasti ole olemassa, mutta kohdehenkilön näkökulmasta tämä koetaan todellisena. Teknisesti ottaen virtual realityä voidaan kuvailla tietokoneella luoduksi 3D maailmaksi, jossa voimme itse vaikuttaa ja tutkia ympäristöämme. (Virtual Reality Society 2019)

Makenna (2018) kartoitti kyselytutkimuksella yliopistojalkapalloilijoiden kiinnostusta käyttää VR:ää osana kuntoutusta. VR ei ollut ennen tutkimusta tuttu kuin noin kolmasosalle, ja vain 15 % kertoi joskus käyttäneensä tämän tyyppistä teknologiaa. Kyselyn tulokset kuitenkin osoittivat selvää kiinnostusta VR:n käyttöä kohtaan etenkin taitojen parantamisen, sekä kuntoutuksen osalta. Kiinnostuksen todettiin olevan miesten keskuudessa hieman naisia korkeampaa. Olennaisena tutkimuksessa nousi esille se, että mahdollisimman todentuntuinen ympäristö lisää kiinnostuksen määrää.

4.1 Virtual reality SWOT-analyysi

Duking, Holmberg & Sperlich (2018) ovat tehneet SWOT-analyysin koskien VR:n käyttöä urheilijoilla. SWOT käsittelee aihetta neljästä eri näkökulmasta, joita ovat: vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat. Tätä analyysiä käytetään paljon etenkin uusien projektien kehittelyvaiheessa ja sen pohjalta on mielekästä pohtia sopiiko VR osaksi urheilijoiden harjoittelua.

VR:n vahvuutena Daking ym. (2018) mainitsevat sen mahdollistavan yksilöllisen harjoittelun ja soveltumisen erilaisiin olosuhteisiin, kuten esimerkiksi matkusteluun, töihin ja kotiin. Lisäksi palautetta harjoittelusta pystytään tarjoamaan reaaliajassa, niin urheilijoille kuin valmentajille. VR:n luonteen mukaisesti sitä voidaan muokata lähes vapaasti, joka mahdollistaa lähes loputtoman määrän erilaisia yksilöllisiä harjoituksia. VR mahdollistaa myös useat toistomäärät, joka auttaa etenkin lajeissa, joissa tämä ei olisi mahdollista tosielämässä. Virtuaalisuuden ansiosta eri yksilöt pystyvät harjoittelemaan tai kilpailemaan muita eri puolilla maailmaa olevia ihmisiä vastaan. Myöskään urheilijoiden tasoerot, sukupuoli, ikä tai edes loukkaantuminen, eivät ole este yhteiselle harjoittelulle.

Dakingin ym. (2018) mukaan virtuaalimaailman tulee olla mahdollisimman todentuntuinen. Tähän kuuluu olennaisesti, että tunto-, näkö- ja kuuloaistimuksella saatu palaute on mahdollisimman todentuntuista. Lisäksi liikkeiden todellisuudessa, sekä virtuaalimaailmassa tulee olla täysin synkronoituja. Kokemusten mukaan tämänhetkiset VR-laitteet eivät aina saavuta edellä mainittuja tavoitteita. Heikkouksiksi mainitaan myös sovellusten ja laitteistojen asettamat korkeat vaatimukset tietokoneiden tehokkuudelle, sekä nettiyhteydelle tietoa siirrettäessä. Realistinen videomateriaali vaatii myös osaltaan kohtalaisen laajaa tietokantaa. Saavuttaakseen mahdollisimman todellisen kokemuksen teknologian tulisi olla kevyttä, eikä se saisi häiritä käyttäjää vaikeuttamalla liikkumista tai aiheuttamalla onnettomuuksia. Myös VR:n vaatimien asennuksien ja laitteistojen kalliit hinnat voivat vähentää niiden käyttöä.

Dakingin ym. (2018) analyysin mukaan VR tarjoaa paljon erilaisia mahdollisuuksia urheilijoille. Urheilijat pystyvät kommunikoimaan etänä valmentajien kanssa missä tahansa, milloin tahansa. Alusta tarjoaa myös mahdollisuuden kehittää useita eri ominaisuuksia ja optimoimaan energian käyttöä. Myös luovuutta ja erilaisia liikkeen malleja voidaan simuloida lukuisilla sopivilla harjoituksilla. Harjoittelu VR:n avulla voi laskea koetun rasituksen tasoa samalla lisäten innostusta. Tämä osaltaan lisää motivaatiota harjoittelun aloittamista, sekä itse suoritusta kohtaan. Kilpailuja ajatellen VR:stä voi olla apua alkuverryttelyn optimoinnin kannalta. VR:n avulla myös kilpailuihin

valmistautuminen kilpailutilannetta vastaavissa olosuhteissa on mahdollista. Apua saattaa myös löytyä loukkaantumisista kärsiville urheilijoille, sillä VR:ää on mahdollista käyttää joissain tapauksissa oikean diagnoosin tekemisessä. Kuntoutuksen osalta VR tarjoaa hyvän alustan yksilölliselle harjoittelulle. Sen avulla voidaan ylläpitää mielen vireystilaa ja valmiutta simuloimalla tosielämän tapahtumia henkilön omasta näkökulmasta. Lisäksi sillä voidaan auttaa urheilijoita säilyttämään riittävä liikkeen määrä kuntoutuksen aikana.

Työllisyyden näkökulmasta Daking ym. (2018) uskovat, että tulevaisuudessa tullaan tarvitsemaan erikoistuneita valmentajia monimutkaisimpien VR-laitteistojen käyttämisen osalta. Tutkijoiden on VR:n avulla mahdollista suorittaa luotettavia kenttätestejä urheilijoille. Tulevaisuudessa tämän tyyppisiä VR:llä suoritettavia testejä voi olla mahdollista suorittaa laajemmin nuorille urheilijoille etsiessä lahjakkuuksia.

Mahdollisina uhkina VR:n osalta Daking ym. (2018) mainitsevat taitojen, taktiikoiden, luovuuden ja erilaisten diagnosoitujen taitojen siirrettävyyden virtuaalimaailmasta tosielämään. Näiden siirtymistä ei ole vielä pystytty todistamaan täysin tieteellisesti, vaikkakin taitojen siirtymisestä on olemassa esimerkkejä. Myöskään kaikki VR:n avulla saatavat kokemukset eivät ole vielä täysin todenmukaisia, joka voi osaltaan johtaa esimerkiksi vääränlaisten liikemallien syntyymiseen, jotka voivat myöhemmin johtaa jopa loukkaantumisiin. Lisäksi kuten kaiken uuden teknologian tulee VR:n aluksi todistaa hyödyllisyytensä kuntoutuksen ammattihenkilöille, valmentajille ja urheilijoille. VR voidaan myös kokea uhkana joidenkin valmentajien työpaikkojen osalta ja laitteistojen hinnat ovat edelleen hyvin kalliita.

Terveiden osalta Daking ym. (2018) toteaa siinä olevan mahdollisia mielenterveyteen tai näkökykyyn vaikuttavia haittoja. Myös laitteiston hygieniaan tulee kiinnittää erityistä huomiota mahdollisten leviävien sairauksien osalta. Harjoitellessaan VR:n avulla käyttäjä on samalla myös alttiimpi putoamisiin ja törmäyksiin tilassa olevien esineiden kanssa. Todellisena uhkana VR:n osalta koetaan myös sosiaalinen eristäytyminen etenkin liiallisesti käytettynä. Lisäksi

kerätty data tulee suojata ulkopuolisilta, sekä muilta mahdollisilta väärinkäytöksiltä.

4.2 Virtual reality tasapainoharjoittelussa

Charoensuk, Kaimuk & Prasertsakul (2018) ovat tutkineet VR:n käyttöä tasapainoharjoittelussa. Tutkimuksessaan he asettivat kymmenen 40–60 vuotiasta tutkittavaa sattumanvaraisesti kahteen eri ryhmään. Toisessa ryhmässä tasapainoharjoittelua suoritettiin perinteisesti (CON) ja toisessa VR:n avulla (VR). Tutkimus koostui alkuun suoritettavista tasapainotesteistä, 4 viikon harjoittelujaksosta ja lopputesteistä. Testeinä suoritettiin seisominen silmät avoinna ja suljettuna, seisominen jalat yhdessä, seisominen puolitandem-asennossa ja yhdellä jalalla. Molemmat ryhmät suorittivat 4 viikon harjoittelujakson aikana kaksitoista 45 minuutin harjoitussessiota.

Charoensuk ym. (2018) pitämässä VR-ryhmässä käytettiin tietokoneeseen yhdistettyä kinect-sensoria, joka muodostaa 3D-malleja. Tämä ohjelma tekee käyttäjälle mahdolliseksi vaikuttaa objekteihin virtuaalimaailmassa. Harjoittelussa käytettiin kolmea erilaista peliä, jotka olivat aina hieman edellistä vaikeampia. Kahdessa ensimmäisessä tasapainoa haastettiin vain käden liikkeellä ja sitä lisäämällä, mutta kolmannessa oli lisäksi osana kognitiivinen tehtävä. CON-ryhmä puolestaan harjoitteli tasapainoa samanaikaisesti, niin dynaamisilla kuin staattisilla tasapainoharjoituksilla.

Saatujen tulosten pohjalta Charoensuk ym. (2018) toteavat virtuaalimaailmassa suoritettujen harjoittelun kehittäneen etenkin asennon hallintaa, sekä motorista oppimista. Peleissä oli selkeästi havaittavissa pisteiden osalta nousevaa kehityskäyrää, joka kertoo tapahtuneesta oppimisesta. Asennonhallinnan osalta tulokset osoittavat parannusta molemmissa vertailuryhmissä. Kuitenkin tulosten perusteella VR:n avulla harjoitteluiden tulokset olivat paremmat peilaten enemmän pienentyneeseen CoP:iin (centre of pressure). Tulosten pohjalta voidaan sanoa, että VR-harjoittelun avulla päästään parempaan vartalon

hallintaan kuin perinteisillä menetelmillä. VR-harjoittelulla voidaan siis vähentää terveiden aikuisten kaatumisriskiä.

4.3 Virtual Reality ja ICF



KUVA 2. ICF-luokituksen rakenne ja koodit (Kuva THL 2020).

Ylhäällä esitetty (kuva 2) ICF on kansainvälinen toimintakyvyn, toimintarajoitteiden ja terveyden luokitus, joka kuvaa sairauksien tai vamman vaikutuksia yksilön elämässä. Toimintakyky ja toimintarajoitteet ovat moniulotteinen keskenään vuorovaikutuksessa oleva dynaaminen tila. Se koostuu terveydentilasta ja yksilön sekä ympäristötekijöiden yhteisvaikutuksesta. (THL 2020)

Suomessa ICF:n käyttö ei ole pakollista, mutta esimerkiksi Kela suosittelee käyttämään sitä kuntoutuksen suunnittelussa, tavoitteiden asettelussa ja vaikuttavuuden arvioinnissa. THL, Kela ja ammattikorkeakoulut tekevät koulutusyhteistyötä juurruttaakseen ICF:n suomalaisiin käytäntöihin. (Paltamaa & Perttinen 2015)

VR sijoittuu THL:n (2020) ICF-luokituksessa ympäristötekijöihin koodin e1401 alle, joka pitää sisällään kulttuuri-, virkistys- ja urheilutoiminnan erityistuotteet ja teknologiat. Ympäristötekijöissä voidaan muista poiketen määritellä tarkenteessa

myös toimintakykyä edistävä tekijä käyttämällä plus-merkkiä (+). Virtual reality ei toistaiseksi ole juurikaan käytetty osana kuntoutusta, mutta siitä on todettu olevan hyötyä esimerkiksi Charoensuk ym. (2018) tutkimuksessa koskien tasapainoharjoittelua.

5 Jalkapallomaalivahdin ominaisuudet

Jalkapallossa maalivahti toimii puolustuksen viimeisenä lukkona vastustajien ja oman maalin välissä. Jokaisella joukkueella on aina oltava kentällä maalivahti. Omalla rangaistusalueella maalivahdin on lupa käyttää mitä tahansa ruumiinosaa pallon hallitsemiseksi. Kaikista pelaajista maalivahdilla on suurin vaikutus yksittäisen ottelun lopputulokseen. Maalivahdin rooli vaatii rohkeutta, nopeita reaktioita ja hyvää keskittymiskykyä. Olennaisia vaadittavia taitoja ovat pallon torjuminen, purkaminen, avaaminen ja pelin ohjaaminen. (Kanerva 2016, 42–43)

Maalivahdin päätehtävä on estää palloja joutumasta omaan maaliin eli torjuminen. Tämä vaatii nopeita reaktioita, sekä valmiutta heittäytyä kohti palloa. Maalivahti voi joko pysäyttää tai blokata maalia kohti suuntautuvat laukaukset ja keskitykset. Oikea torjunta-asento, sekä asemoituminen maalissa ovat olennaisia torjumisen kannalta. Maalivahdin tulee olla jatkuvasti valppaana laukauksen varalta ja asennon sellainen, että nopea reagointi on mahdollista. Asemoituminen on tärkeää ja maalivahdin tulee koko ajan tiedostaa oma sijaintinsa, sekä pallon asema suhteessa maaliin. (Kanerva 2016, 42–43, 118)

Toinen tärkeä tehtävä on pallon putsaaminen eli purkaminen maalintekopaikalta turvallisemmalle alueelle. Tähän hän voi käyttää niin jalkojaan kuin käsiään. Etenkin korkeissa keskityksissä maalivahdin on päätettävä pyrkiikö hän vangitsemaan pallon, nyrkkeilemään sen turvallisemmalle alueelle, vai jääkö hän lähelle maalia. (Kanerva 2016, 42–43, 124)

Maalivahdin tulee avata peliä saatuaan pallon hallintaansa. Otettuaan pallon käsiinsä on maalivahdilla aikaa 6 sekuntia palauttaa pallo takaisin pelattavaksi.

Hänen tulee etsiä katseellaan vapaana oleva joukkueensa pelaaja ja toimittaa pallo tälle joko heittämällä tai potkaisemalla. Maalivahti tekee nopean päätöksen siitä minkä pelaajan hän koee olevan parhaassa asemassa pallon saamiseksi. (Kanerva 2016, 42–43, 123)

Puolustuksen ohjaaminen on merkityksellistä, sillä maalivahti on ainoa pelaaja joka näkee koko kentän tapahtumat edessään. Hän onkin sen johdosta parhaassa asemassa järjestämään puolustuksen mahdollisimman tehokkaasti. Maalivahdin tulee käyttää ääntään varoittaakseen joukkueovereitaan vartioimattomasta vastustajasta ja välittääkseen tiedon torjunta-aikeestaan. Maalivahti ohjaa myös puolustusmuurin sijoittelua vapaapotkutilanteissa. (Kanerva 2016, 125)

De Boode, Faber, Ibrahim, Kingma & Van Dieen (2020) tutkivat jalkapallomaalivahtien heittäytymistorjuntujen biomekaniikkaa. Tutkimuksessa tarkkailtiin alaraajojen nivelten voimia, momenttia ja kulmanopeuksia seitsemällä jalkapallon huippumaalivahdilla. Maalivahdin tulee hallita oikein ajoitettuna samanaikaisesti räjähtävää kehon liikettä, sijoittumista ja reagoitua ulkopuolisiin ärsykkeisiin. Yksi tärkeimmistä tehtävistä on torjua rangaistuspotkuja yleensä heittäytymällä pallon tielle. Tutkimuksessa laukaistiin rangaistuspotkuviivalta molemmille puolille kaksi palloa toinen alas 30 cm korkeudelle ja toinen ylös 190 cm korkeudelle. Tämän jälkeen puolet vaihdettiin keskenään ja sama toistettiin 2 minuutin tauolla niin, että saatiin molemmille puolille ja molemmille korkeuksille aina kaksi onnistunutta torjuntaa. Tulokset osoittivat, että maalivahdit käyttivät niin korkeissa kuin matalissa torjunnoissa samanlaista liikemallia lähtötilanteesta liikuttaessa. Tulosten mukaan molemmissa alaraajoissa oli proksimaalis-distaalinen aikajärjestys eri nivelten saavuttaessa suurimman voimantuottonsa. Lonkan ojentajat tuottivat suurimman yksittäisen momentin ja vastapuolella olevat ojentajat suuremman, kun sisäpuolella olevat heittäytymissuunnasta riippuen. Nilkan ojentajat tuottivat toiseksi kovimman huippumomentin. Lisäksi heittäytyessä sisäpuolen nilkan ojentajat tuottivat tutkimuksessa suurimman voiman ja kulmanopeuden. Nämä tulokset olisi valmentajien hyvä ottaa huomioon maalivahtien voimaharjoittelussa. Spesifissä voimaharjoittelussa tulisi

myös huomioida tämä alaraajan kolmen nivelen ojennus oikeassa proksimaalis-distaalisessa järjestyksessä.

6 Opinnäytetyön tarkoitus ja tehtävät

Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää VR-sovellus ja käyttää sitä osana ACL-rekonstruktiossa käyneen jalkapallomaalivahdin kuntoutusta. Sovelluksen avulla pyritään kehittämään maalivahdin havainnointia ja reaktiivisia ominaisuuksia, joita hän ei muuten loukkaantumisesta johtuen pystyisi harjoittamaan. Opinnäytetyön tavoitteena on saada käyttövalmis VR-sovellus jalkapallomaalivahdin loukkaantumisen aikaiseen harjoitteluun.

7 Opinnäytetyön menetelmät

Opinnäytetyö on toiminnallinen kehittämistehtävä ja se perustuu toimeksiantajan eli Fysiotikan kehittämistarpeeseen. Kehittämistyössä ovat mukana opinnäytetyön tekijän lisäksi Fysiotikassa viimeisessä harjoittelussa oleva Karelia-ammattikorkeakoulun tietotekniikanopiskelija, joka vastaa sovelluksen koodaamisesta, sekä koko prosessin ajan mukana kulkeva case-asiakas. Aikataulut ja kehittämistehtävän reunaehdot tulevat Fysiotikan esittämien tarpeiden ja toiveiden mukaisesti. Kehittämistoiminta pohjautuu ajantasaiseen teorian tietoon, jota verrataan oikeissa jalkapalloharjoituksissa tehtäviin harjoitteisiin. Tätä kutustaan ”benchmarkingiksi” eli vertailukehittämiseksi. Lisäksi case-asiakkaalta kerätään harjoituskertojen päätteeksi keskustelemalla toiveita ja kehitysehdotuksia sovellukseen parantamiseksi. Lopuksi sovelluksen hyödyllisyyttä ja laadukkuutta käydään läpi haastattelemalla kehittämistoiminnassa mukana ollutta case-asiakasta. Haastattelu toteutetaan Saaranen-Kauppinen & Puusniekka (2006) mukaisesti puolistrukturoituna ja sille on asetettu teemat, sekä tarkat kysymykset. Tarkoituksena haastattelussa on

kerätä tietoa VR-maailmaan liittyvistä asioista, eikä haastateltavalle ole tarpeen antaa kovin suuria vapauksia haastattelutilanteessa.

Kehittämistehtävän perustana on Salosen (2013, 14–16) esittämä spiraalimalli. Tässä mallissa otetaan huomioon kehittämistoiminnan inhimilliset, kulttuuriset ja sosiaaliset piirteet. Mallin mukaisessa toiminnassa tapahtuu aina arviointia, paluuta ja pysähtymistä. Lisäksi kehittämistehtävien sisältöjä ja toimenpiteitä tarkennetaan ja uudelleen suunnataan. Tässä mallissa kehittäminen tapahtuu jatkuvana spiraalina, jossa suunnittelusta edetään toimintaan ja havainnointiin. Tämän jälkeen reflektoidaan ja tehdään taas uusi suunnitelma. Mallissa kaikkea ei ole mahdollista suunnitella heti aluksi, vaan asiat voivat tarkentua ja muuttua työskentelyn aikana.

Kehittämistoiminta etenee vaiheittain, jotka voidaan eritellä toisistaan. Ensimmäisenä tulee aloitusvaihe, joka on kehittämishankkeen liikkeelle paneva voima. Sitä seuraa suunnitteluvaihe, jossa tehdään kirjallinen kehittämissuunnitelma. Tämän jälkeen tulee esivaihe, jonka aikana siirrytään ympäristöön, jossa työskentely tapahtuu. Työstövaihe on suunnittelun jälkeen toiseksi tärkein vaihe. Tällöin suoritetaan käytännön toteutus ja toimijat työskentelevät yhdessä kohti sovittua tavoitetta. Työstövaihetta seuraa tarkistusvaihe, jossa arvioidaan tuotosta ja sitä tarvitseeko se palauttaa työstövaiheeseen vai siirtää eteenpäin viimeistelyvaiheeseen. Viimeistelyvaiheessa tuotos hiotaan ja viimeistellään valmiiksi. Viimeisenä on jäljellä valmis tuotos eli tässä opinnäytetyössä VR-sovellus. (Salonen 2017, 18–19)

Heti opinnäytetyön alusta alkaen toiminta oli pitkälti spiraalimallin kaltaista, eli pysähtymistä, arviointia ja uuden suunnitelman tekoa. Kehitystyö eteni vaiheittain, mutta sovelluksen kehittäminen case-asiakkaan kanssa toi siihen hieman omia piirteitään. Esimerkiksi arviointivaiheesta palattiin useamman kerran takaisin työstövaiheeseen omien havaintojen ja case-asiakkaan antaman palautteen pohjalta. Sovellusta kehittäessä olikin mahdotonta päästä kerralla haluttuun tulokseen, vaan työtä täytyi aina arvioida tasaisin väliajoin ja korjata virheet, sekä asettaa uudet tavoitteet. Tämä erottaakin selvimmin

spiraalimallin lineaarisesta mallista, jossa kehitys kulkee eteenpäin kokojana tasaisesti jatkuvana ja vaihe kerallaan etenevänä. (Salonen 2017, 15)

7.1 Sovelluksen suunnittelussa käytetyt ohjelmat ja laitteistot

Sovellus on suunniteltu HTC Vive-laitteistolle. 3D-mallinnuksessa on käytetty Autodesk Maya nimistä ohjelmaa, jonka avulla on luotu erilaisia malleja pelimaailmaa varten. Koodausohjelmana toimi Visual Studio. 2D grafiikkaa, kuten valikkoja luotiin pelin sisälle Gimp -kuvankäsittelyohjelmistolla. Pelimoottorina toimii Unity, joka yhdistää kaiken edellä mainitun yhdeksi kokonaisuudeksi. Alla on esitetty kuva 3 käytetystä VR-laitteistosta, jossa on näkyvillä VR-lasit, käsissä pidettävät kapulat ja kamerat.



KUVA 3. VR-lasit, ohjaimet ja kamerat (Flickr 2020).

7.2 Kehittämistehtävän viitekehys

Opinnäytetyön idea lähti liikkeelle Fysiotikan hankittua tiloihinsa uuden HTC Vive VR-laitteiston. Tälle laitteistolle piti kehittää käytettävä sovellus fysioterapian näkökulmasta. Sovellusta päätettiin lähteä kehittämään ja viemään eteenpäin

case-asiakasta apuna käyttäen. Case-asiakas on taustaltaan jalkapallomaalivahti, jolta on pelitilanteessa katkennut polven eturistiside. Mukana sovelluksen kehittämisen rinnalla kulkee case-asiakkaan kuntoutuksen sen hetkinen vaihe, joka otetaan huomioon sopivaa harjoitusta suunniteltaessa. Opinnäytetyössä edetään askel kerrallaan teoriapohjan kirjoittamisesta sovelluksen suunnitteluun ja siitä valmiiseen tuotokseen. Työssä ei haluta käyttää liian vanhoja lähteitä koskien VR:ää, sillä ala on muuttunut paljon viimeisten vuosien aikana. Kehitystoiminta tapahtuu Salosen (2013, 14–16) esittämän spiraalimallin mukaisesti. Pohjana toimii Dakingin, Holmbergin ja Sperlichin (2018) tekemä SWOT-analyysi, jossa käydään läpi VR:n tuomia mahdollisuuksia urheilun ja kuntouksen osalta. He toteavat sen mahdollistavan urheilijoilla yksilölliset ja monipuoliset harjoitukset. Sovellusta kehitetään niin kauan Salosen (2013, 14–16) pysähtymiseen, arviointiin ja paluuseen perustuvan mallin mukaisesti, että tuotos on harjoittelukäytössä toimiva ja luotettava. Tämän jälkeen harjoittelu toteutetaan case-asiakkaan kanssa ja tulokset kerätään haastatteleamalla case-asiakas ja koodari puolistrukturoidun haastattelun mukaisesti. Saadut vastaukset esitellään opinnäytetyön lopussa.

VR:ää on tähän mennessä käytetty varsin vähän osana kuntoutusta, joten asiaa lähdettiin viemään eteenpäin tästä näkökulmasta. Sovellusta kehitettäessä täytyi taustalla olla tietämys polven eturistisiteen kuntoutuksesta, sekä jalkapallomaalivahtin toimenkuvasta ja vaadituista ominaisuuksista. VR:n osalta aiheesta löytyi vain joitain tutkimuksia kuten Charoesnsukin, Kaimukin & Prasertsakulin (2018) tutkimus VR:n käytöstä tasapainon kehittämisessä. Tässä tutkimuksessa ei käytetty päähän laitettavia VR-laseja vaan eräänlaista kinect teknologiaa, jossa suoritettavat toiminnot näkyvät edessä olevalla näytöllä.

Gurwin (2019) on kirjoittanut artikkelin, jossa kerrottiin miten amerikkalaisen jalkapallon pelaajat pystyivät loukkaantuneena ollessaan olemaan VR:n avulla mukana katselemassa harjoituksia ja pelitilannetta. Tässä tapauksessa pelaajat eivät voineet itse vaikuttaa pelin tapahtumiin tai ympäristöönsä, vaan he olivat pelkästään passiivisia katselijoita.

On lisäksi monia artikkeleita, joissa kerrotaan VR:n käytöstä urheilijoiden kuntoutuksessa, mutta ei juurikaan ilmaisia tieteellisiä tutkimuksia aiheesta. Kuitenkin Makenna (2018) esittää kyselytutkimuksessaan, että etenkin nuoret miehet ovat kiinnostuneita käyttämään VR:ää osana kuntoutusta. Tämän takia valittu näkökulma, jossa kehitetään jalkapallomaalivahdin reaktiivisia ominaisuuksia osana ACL-kuntoutusta, on uusi ja mielenkiintoinen.

7.3 Tiedonhaussa käytetyt menetelmät

Tiedonhaun perustana ovat olleet erilaiset ilmaiset lähteet kuten kirjat, tietokannat, artikkelit, tutkimukset, sekä lääketieteelliset sivustot. Internetistä tietoa on etsitty erilaisista tietokannoista kuten Pubmedista, Duodecimista ja Google Scholarista aiheeseen liittyvillä hakusanoilla. Etsiessä luotettavia artikkeleja, sekä tutkimuksia on hakusanoina käytetty sanoja, kuten "Virtual reality", "Rehabilitation", "ACL", "Athletes", "Football Goalkeeper" ja "Injury". Löydetyistä artikkeleista on valittu sopivimmat ja luotettavimmat ja käytetty niitä tässä opinnäytetyössä. Näiden artikkelien tuli olla opinnäytetyön kannalta tarkoituksenmukaisia, sekä riittävän tuoreita etenkin VR:n liittyvän tiedon osalta. Teknologia kehittyi kokoajan valtavalla vauhdilla, eivätkä siihen liittyvät artikkelit vuosien takaa vastaa enää nyky maailman tilannetta. Lähteitä etsiessä suosittiin tieteellisiä julkaisuja populaaristen julkaisujen sijasta.

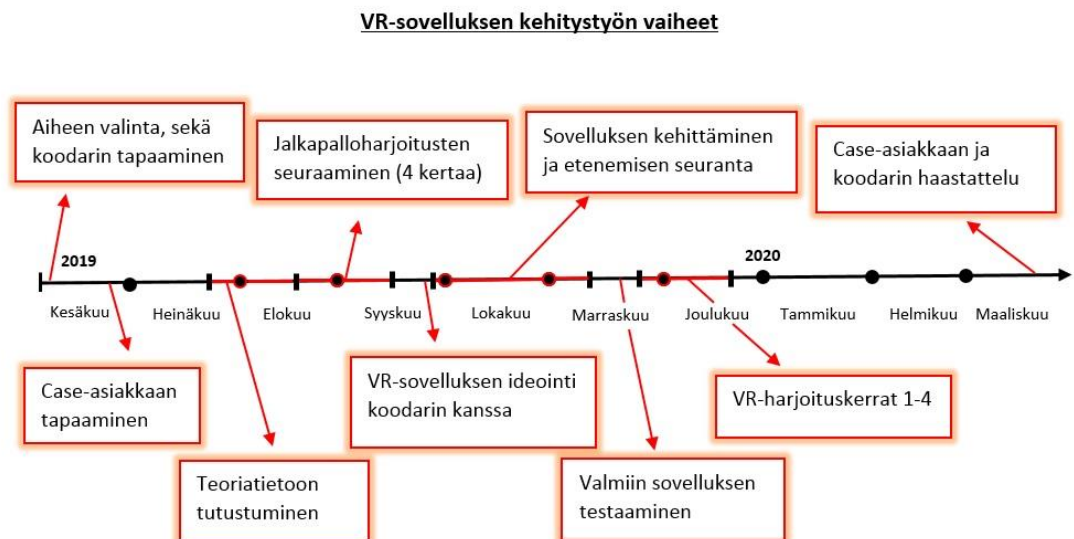
Kaikki opinnäytetyössä käytetyt tilat ja välineistö on toimeksiantajan eli Fysiotikan tarjoamaa. Käytössä on ollut paljon erilaista elektroniikkaa tietokoneiden ja VR:ään kuuluvien laitteistojen muodossa. Näiden laitteiden käyttäminen ei entuudestaan kuulu fysioterapian opintoihin, vaan niiden käyttöön on täytynyt erikseen perehtyä.

8 Opinnäytetyön toteutus

8.1 Case tapauksen valinta

Opinnäytetyössä mukana olleen case-asiakkaan valinta tapahtui kesäkuun 2019 alussa Fysiotikan saatua asiakkaakseen eturistisiteensä loukanneen jalkapallomaalivahdin. Ensimmäiseksi tapasimme asiakkaan kanssa ja sovimme hänen osallistumisestaan opinnäytetyöhön. Tältä pohjalta aloimme yhdessä Fysiotikassa harjoittelussa olleen koodarin kanssa perehtymään aiheeseen ja kehittämään VR-sovellusta.

8.2 VR-sovelluksen suunnittelu

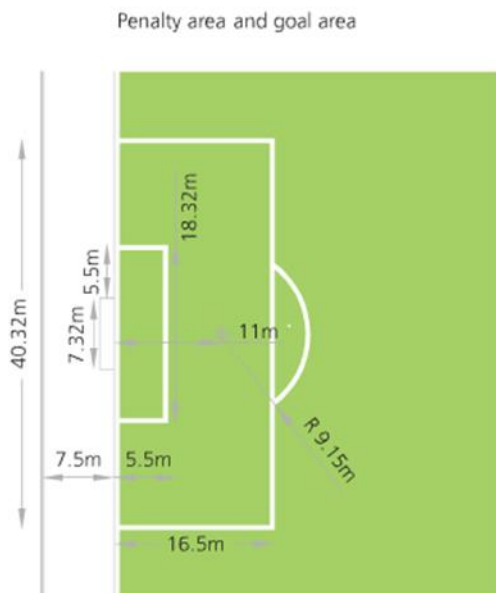


KUVA 4. Sovelluksen kehittämisen vaiheet

Ohjelman suunnittelu alkoi teoriatietoon perehtymisen jälkeen tutustumalla jalkapallomaalivahdin lajiharjoituksiin elo-syyskuun 2019 aikana. Tänä aikana kävin yksin ja yhdessä koodarin kanssa seuraamassa neljänä eri aamuna jalkapalloharjoituksia. Seuratessa huomioin erityisesti sitä, millaista jalkapallomaalivahdin harjoittelu on todellisuudessa verrattuna lukemaani, sekä sitä millaisia loukkaantumisia aiheuttavia tilanteita harjoituksissa on mahdollista tapahtua. Näitä havaintoja peilasin polven eturistisiteen kuntoutukseen ja pohdin

millaisia valmiuksia maalivahdilla tulisi olla palatessa joukkueharjoitteluun, sekä lopulta oikeaan pelitilanteeseen. Lisäksi mietin mitä ominaisuuksia maalivahti pystyisi VR:n avulla kehittämään, joita hän ei loukkaantumisen takia pysty normaalisti harjoittamaan. Yläpuolella on esitetty havainnollistava kuva 4 kehittämistoiminnan etenemisestä ja sen vaiheista.

Pelikenttänä VR-maailmassa toimii oikean kokoinen ja kaikilta maali ja rajamitoiltaan täysin realistinen jalkapallokenttä. Kentän mittoina käytettiin alla olevaa Suomen Palloliiton sivuilta ladattua kuvaa 5 pelikentästä. Kentän koon ja kaikkien mittasuhteiden tulee olla täsmälleen todellisuutta vastaavat, sillä maalivahti käyttää näitä rajamerkeitä hyväkseen sijoittaessaan itsensä tilanteesta riippuen oikein suhteessa maaliin. Myös teoritietoon tutustuessa nousi monesti esille se, miten VR maailman tulisi olla mahdollisimman todentuntuinen, jotta harjoittelu olisi motivoivaa ja laadukasta. (Duking, ym. 2018)



KUVA 5. Maalialueen mitat (Kuva: Suomen Palloliitto)

Teoriatiedon, sekä jalkapalloharjoituksissa tehtyjen havaintojen pohjalta aloimme koodarin kanssa kehittämään varsinaista ohjelmaa. Tämä kehitystyö tapahtui syys-, marraskuun aikana seuraamalla koodarin työn etenemistä ja esittämällä hänelle ideoita, sekä toiveita. Maalivahdin tärkein tehtävä on maalien estäminen eli pallojen torjuminen (Kanerva 2016, 42). Tämän ja jalkapalloharjoitusten

seuraamisesta saadun tiedon pohjalta tarkoituksena oli kehittää sovellus, jossa case-asiakas pääsisi torjumaan palloja turvallisesti. Oikeassa elämässä pallojen torjuminen ei kuntoutuksen alkuvaiheessa ole mahdollista siitä syystä, että lauottujen pallojen tulokohtaa ei pysty tarkasti määrittämään. Tällainen harjoittelu lisäisi loukkaantumiseriskiä, sillä maalivahdin sivuttaissuuntaista liikettä ei pystyttäisi hallitsemaan kontrolloidusti. Suoraan kohti tulevia palloja voisi VR:n avulla alkaa torjumaan noin 2-6 viikon kohdalla kun leikatun polven liikkuvuus ja liikkeen biomekaniikka olisi lähellä normaalia (University of Wisconsin Sports Medicine 2015). Sivuttaissuuntaista liikettä tulisi alkaa lisäämään vähitellen vasta 3-6 kuukauden jakson aikana (Koistinen 2017, 11). Sovelluksen avulla on mahdollista määrittää tarkkaan suurin maksimaalinen leveys pallon tulokohdalle ja säätää sitä kuntoutuksen edetessä. Marraskuun lopulla kehitystyö oli siinä vaiheessa, että pyysimme case-asiakkaan tulemaan harjoittelemaan VR-laitteistolla. Tässä vaiheessa sovellus oli käyttövalmis ja sen toiminta luotettavaa.

Harjoituksena käytimme 2x3x5 palloa 20 m/s nopeudella 30 metrin etäisyydeltä. Laukaukset tapahtuivat 3 sekunnin välein, niin että 5 pallon jälkeen oli 15 sekunnin tauko ja kolmen ensimmäisen sarjan jälkeen 30 sekunnin tauko. Laukaistu pallo tulee kohti maalia sattumanvaraisesti valitun leveyden ja korkeuden välille. Leveydeksi määrittelimme aluksi 2.5 metriä eli pallo tuli sivuttaissuunnassa maksimissaan 1.25m etäisyydelle maalivahdin seisoessa keskellä maalia. Tällä maksimaalisella leveydellä pidimme huolen, etteivät pallot ole liian vaikeasti torjuttavissa ja aiheuta tilannetta, jossa maalivahti joutuisi heittäytymään torjuakseen pallon. Emme myöskään halunneet ylärimaa ylittäviä palloja, sillä maalivahdin ei ole tosielämässä järkevää niitä torjua. Sovellusta kehitettäessä oli otettava aina huomioon sen hetkinen kuntoutuksen tilanne, joka oli harjoittelua aloittaessa 5 kuukautta leikkauksesta. Tässä vaiheessa uusintavamman riski on yhä suurentunut nekroosin heikennettyä siteen vetolujuutta (Niemeläinen & Väilä 2002, 19–20) ja sivuttaissuuntaista liikettä tulisi lisätä maltillisesti (Koistinen 2017, 11). Alkutilanteessa säädimme pallon nopeuden alhaiseksi ja lähtöetäisyyden kaukaiseksi, jotta olimme heti alusta alkaen kuntoutuksen ja turvallisuuden näkökulmasta hallitussa tilanteessa.

Huomasimme havaintojemme ja case-asiakkaan antamasta palautteesta hyvin nopeasti muutamia kehityskohteita, joita aloimme korjaamaan tapaamiskertojen välillä. Ensimmäiset 4 kertaa tapahtuivat marras-joulukuun aikana, jolloin kehitimme laitteiston mahdollisimman hyväksi käyttäen pelkästään käsissä käytettäviä ohjaimia. Ensimmäisen ja neljännen kerran välillä lyhensimme etäisyyttä, josta laukaisu tapahtui 30 metristä 15 metriin, sekä lisäsimme pallon nopeutta 20 m/s 25 m/s. Nämä muutokset tapahtuivat, sillä case-asiakas koki harjoituksen olevan liian helppo, eikä hitaiden ja liian kaukaa tulleiden pallojen torjumiseen tarvinnut käyttää reaktiivisia torjuntia. Lisäksi harjoitus muuttui muotoon 3x5 palloa 3 sekunnin välein ja 5 pallon välein tauon ollessa 15 sekuntia. Näin pystyimme nopeammin lisäämään leveyttä jolle pallon oli maalissa mahdollista tulla ja vaikeuttamaan harjoitusta. Leveyden osalta kokeilimme kaikkea 2.5m ja 4m välillä. 3.8m havaitsimme olevan leveys, jossa maalivahti ei yksinkertaisesti enää reaktioillaan ja ilman heittäytymistä ylettynyt torjumaan kaikkia lauottuja palloja. Yleisen turvallisuuden, teknologian rajoitusten ja kuntoutuksen vaiheen osalta tällaisille heittäytymistorjunnoille ei ollut vielä tarvetta. Tässä vaiheessa käsissä pidettävien ohjainten osalta sovellus oli toimiva ja luotettava.

9 Opinnäytetyön tulokset

9.1 Valmis sovellus

Sovellus on suunniteltu osaksi jalkapallomaalivahdin ACL kuntoutusta. Sen avulla on tarkoitus kehittää reaktiivisia ominaisuuksia ja olla säädettävyytensä ansiosta osana koko kuntoutuksen aikaista harjoittelua. Harjoittelusta vastaavan fysioterapeutin tulee siis tuntea kuntoutus- ja paranemisprosessi ja osata ottaa huomioon sen hetkisen kuntoutumisen vaiheen tuomat rajoitukset harjoitteluun. Näin sovelluksen käyttäminen on tarkoituksenmukaista, sekä turvallista asiakkaan kannalta. Sovellus esitellään sellaisena kuin se oli joulukuun 2019 lopussa.

Viimeisen harjoituskerran aikana case-asiakas oli kuntoutuksen osalta 6 kk kohdalla. Bizzinin ym. (2012, 305) mukaan tämä tarkoittaa jalkapalloilijan kuntoutuksen osalta vaihetta, jonka päätteeksi kuntoutujan tulisi olla valmis palaamaan joukkueharjoituksiin ilman rajoituksia noin 9 kuukauden kohdalla. Tässä vaiheessa kuntoutusta molempien alaraajojen liikkeiden pitäisi olla symmetrisiä ja jalkapallon vaatiman hermolihasjärjestelmän toiminta optimaalisella tasolla. Reiden etu- ja takaosan lihasvoiman tulisi olla vähintään 85 % terveeseen raajaan verrattuna. Kaurasen (2014, 305) mukaan spesifeinä harjoituksina kuntoutujan olisi tehtävä nopeusvoimaa, yhden jalan loikkia, tasapainoharjoituksia ja kevyitä lajikohtaisia harjoitteita. Koistinen (2017, 10–11) toteaa, että tässä vaiheessa vamman uusiutumisriski on yhä suurempi. 6 kuukauden kohdalla juoksun pitäisi olla lähellä normaalia ja harjoittelussa olisi tehostettava sivuttaissuuntaisia ponnistus- ja ketteryyss-, sekä koordinaatioharjoituksia.

Sovelluksen käyttäminen alkaa painamalla pikakuvaketta. Tämä avaa pelivalikon, jonne syötetään käyttäjän nimi ja harjoituksen tarkemmat tiedot. Säädetäviä parametreja ovat laukaistun pallon etäisyys maalista, laukaisten maksimaalinen leveys sivuttaissuunnassa, nopeus ja korkeuden vaihteluväli. Pallon nopeus ja etäisyys pysyvät aina pelatessa vakiona, mutta korkeus ja sivuttaissuuntainen matka määrittyvät satunnaisesti rajattujen enimmäismatkojen puitteissa. Lisäksi valikossa on valittavissa lauottujen pallojen ja sarjojen määrä, sekä taukojen pituus näiden välillä. Pelatessa on siis mahdollista suorittaa aina erilaisia harjoitusyhdistelmiä. Käytimme viimeisillä harjoituskerroilla jalkapallomaalivahdin kanssa harjoitusta, jossa tuli 3x5 palloa 25 m/s nopeudella, pallojen laukaisuvälin ollessa 3 sekuntia ja sarjojen välissä 15 sekuntia. Raamien puitteissa olisi vielä mahdollista lisätä yksi yläsarja, joka mahdollistaa kolmivaiheisen yhdistelmän kuten esimerkiksi 2x3x5 palloa.

Pelatessa maalivahdilla on päässään VR-lasit, jotka peittävät koko hänen näkökenttensä. Molemmissa käsissä pidetään ohjaimia, jotka on koodattu pelissä näyttämään maalivahdin hansikkailta. Näihin hanskoihin on koodattu törmäyslaatikko, johon osuessa pallo pysähtyy. Pelimaailmana toimii täysin oikein rajamitoin koodattu jalkapallokenttä. Laukaukset lähtevät suoraan edestä

keskeltä maalia, mutta tulevat sattumanvaraisesti kohti maalia valittujen reunaehtojen mukaisesti. Näitä palloja maalivahdin on pyrittävä torjumaan käyttämällä käsiään. Pallot on pyritty saamaan reagoimaan käsien kanssa mahdollisimman realistisesti. Taukojen aikana pelikentällä näkyy alaspäin menevä laskuri, joka näyttää laukausten ja sarjojen välissä jäljellä olevan ajan. Harjoituksen päättyessä laseihin tulee näkyviin teksti OK. Tällöin harjoitus on loppunut ja tiedot tallentuneet automaattisesti excel-tiedostoon. Harjoitukset tallentuvat aina exceliin alkuvalikossa valitun nimen alle. Siellä on nähtävissä lauotut, torjutut ja maalin päästetyt pallot. Lisäksi tiedostoon tallentuu päivämäärä ja harjoituksessa käytetyt parametrit, jotta käyttäminen seuraavalla kerralla olisi helpompaa. Tiedostoon on lisäksi mahdollista kirjata ylös lisätietoja.

Harjoittelun aikana case-asiakas oli kuntoutuksen osalta 5-6 kuukauden kohdalla. Kehitimme yhdessä maalivahdin kanssa esimerkkiharjoitukseksi 3x5 palloa 3 sekunnin välein ja välitaukona 15 sekuntia. Tämän toistimme 3-5 kertaa lisäten aina hieman leveyttä 3,2 – 4 metrin välillä. Sovelluksessa 4 metriä tarkoittaa, että pallot tulevat satunnaisesti tälle leveydelle. Maalivahdin seisoessa keskellä maalia maksimaalinen liike molempiin suuntiin on siis 2 metriä. Havaitsimme tämän olevan sen leveyden, jolloin maalivahti ei enää reagoimalla ilman heittäytymistä pysty torjumaan kaikkia palloja.

9.2 Case-asiakkaan käyttökokemus

Case-asiakkaan kerättiin palautetta käyttökokemuksesta haastattelun avulla, jonka tarkoituksena oli kartoittaa case-asiakkaan osalta sitä, miten hän koki harjoittelun virtuaalimaailmassa. Haastattelu toteutettiin vallitsevan koronaepidemian johdosta puhelinhaastatteluna ja kysymykset lähetettiin vastaajalle etukäteen edeltävänä päivänä. Haastattelu toteutettiin puolistrukturoituna ja sille on asetettu teemat, sekä tarkat kysymykset (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Kysymykset on asetettu siten, että palautetta voidaan käsitellä teorian tietoon perustuen. Haastattelussa case-asiakas arvioi VR-sovellusta sellaisena, kuin se oli hänen sitä viimeksi käyttäessä joulukuun 2019

lopussa. Hänelle esitettiin yhteensä kuusi kysymystä, joiden vastaukset esitellään yksi kerrallaan.

Ensimmäinen kysymys oli ”Koetko, että tällaisesta harjoittelusta olisi hyötyä kuntoutuksessa/muuten?” Vastauksena oli, että kuntoutuksen osalta jalat olivat hyvä saada totuteltua torjuntajalkojen aikana tehtäviin liikkeisiin. Lisäksi hän totesi, että reaktiivisia ominaisuuksia kehittäviä harjoituksia on hyvä tehdä kuntoutuksen aikana. Terveenä ollessaan case-asiakas näki harjoittelusta olevan hyötyä etenkin näissä reaktiivisia ominaisuuksia kehittävässä läheltä ja kovaa tulevissa laukausharjoituksissa.

Toisena kysymyksenä oli ”Miten realistiseksi koit harjoittelun?” Case-asiakas vastasi, ettei harjoitus tuntunut realistiselta pallojen hankalasti arvioitavien liikeratojen, sekä välillä tapahtuneen oudon käyttäytymisen osalta. Kysyttäessä hän tarkensi, että esimerkiksi pompatessa fysiikka ei ollut täysin realistinen. Peliympäristön itsessään hän koki tarpeeksi realistiseksi autenttisen kokemuksen saavuttamiseksi.

Kolmas kysymys oli ”Oliko harjoittelu mielestäsi tilanteeseesi nähden tarkoituksenmukaista?” Hän koki, että harjoittelu valmisti häntä siirtyessä pelitilanteeseen, mutta se olisi voinut tapahtua hieman aikaisemmassa vaiheessa kuntoutusta. Case-asiakas ei myöskään kokenut olevansa aina aivan perillä siitä, mikä harjoituksen tarkoitus oli kuntoutuksen osalta, sillä hän oli jo osittain palannut joukkueharjoituksiin.

Neljäntenä kysymyksenä oli ”Mitä lisäyksiä/muutoksia tekisit?” Hän kertoi, että olisi hyvä, jos pallo olisi näkyvässä ennen laukaisuhetkeä, eikä se ilmestyisi tyhjästä. Tämän hän kokisi valmistavan henkisesti paremmin tulevaan laukaisuun. Hän myös totesi, että olisi hyvä, jos vedot tulisivat välillä vähän eri suunnista.

Viidentenä kysymyksenä kysyttiin ”Koetko harjoittelun turvalliseksi?” Harjoittelu tuntui turvalliselta niin kauan kun pallot eivät tulleet liian kauas sivuille. Hän koki, että liian kauas sivulle tullut pallo voisi nopeasti reagoidessa saada vahingossa

heittäytymään aiheuttaen vaaratilanteen. Hänen mielestään myös VR-laitteesta maahan tullut johto voisi aiheuttaa sivuttaisliikkeessä vaaratilanteen.

Viimeisenä esitettiin kysymys ”Yleisiä ajatuksia?” Case-asiakas ei oikein osannut sanoa siihen mitään, vaan totesi tärkeimpien asioiden jo tuulleen ilmi.

9.3 Koodarin palaute

Koodari haastateltiin lähettämällä kysymykset hänelle sähköisesti. Hänelle esitettiin yhteensä kuusi kysymystä joiden vastaukset esitellään alla yksi kerrallaan.

Ensimmäinen kysymys oli ”Paljonko käytit aikaa sovelluksen parissa?” Hän arvioi käyttäneensä kaikkiaan sovelluksen koodaamiseen ja muuhun siihen liittyvään toimintaan aikaa noin 20 opintopisteen verran, joka on 540 tuntia.

Toisena kysymyksenä kysyttiin ”Mitkä asiat olivat vaikeita toteuttaa?” Koodarin mukaan versiossa, jota case-asiakas käytti, oli vaikeinta saada toimimaan käden ja pallon törmäys. Koodari ehti vuoden vaihteen jälkeen työstää hetken aikaa Fysiotikan tilaamia VR-trackereita, jolloin käsien lisäksi peliin mukaan tulivat myös jalat. Näiden neljän raajan saaminen toimimaan yhdessä osoittautui myös haastavaksi ja tämän aiheen pariin hän jäi ennen kun koulut suljettiin kevään osalta.

Kolmantena kysymyksenä esitin ”Oletko tyytyväinen tuotokseen?” Koodari oli yleisesti ottaen tyytyväinen työnsä jälkeen. Hän koki, että grafiikat voisivat olla paremmat. Hän myös totesi, ettei ole koulutukseltaan graafikko, joten jälki oli siihen nähden hyvää. Häntä häiritsi myös hieman se, että peliin jäi ongelma, jonka myötä tilastot eivät tallentuneet, jos excel-tiedosto oli samanaikaisesti avattuna.

Neljäntenä ja viidentenä kysymyksenä kysyttiin ”Mitkä asiat ovat hyviä/huonoja?” Hyvinä asioina kokonaisuuden lisäksi hän pitää pieniä onnistuneita juttuja.

Esimerkiksi sovellus varoittaa, eikä anna aloittaa peliä, jos excel-tiedosto oli jäänyt auki. Hyvänä asiana hän kokee myös VR-trackerit ja neljän raajan seurannan, vaikkei ehtinyt sitä vielä täysin viimeistelemään. Huonoiksi asioiksi hän mainitsi hieman heikot grafiikat, sekä sen ettei hän pystynyt vallitsevasta tilanteesta johtuen viimeistelemään sovellusta näiden VR-trackerien kanssa.

Viimeisenä kysyttiin ”Yleisiä huomioita/ sana vapaa”? Koodari totesi yhteistyön olleen hyvää. Hän koko tarpeelliseksi useat tapaamiset ja keskustelut, sillä sosiaali- ja terveysala ei ollut hänelle ennestään tuttua. Tästä oli apua sen suhteen, ettei tarvinnut työskennellä tietämättä tarkkaan mitä pitäisi tehdä. Lopuksi hän vielä mainitsee, että jos työtila olisi ollut aina halutessa vapaana, olisi se nopeuttanut työskentelyä.

10 Pohdinta

10.1 Palautteen pohdinta

Case-asiakkaan ollessa oman alansa eli maalivahtina toimimisen ammattilainen tulee hänen antamaansa palautetta pitää suuressa arvossa. Hän oli myös ainoa henkilö, joka todella käytti sovellusta ja pystyi vertaamaan sitä uskottavasti tosielämään. Käyn läpi hänen vastauksensa peilaten niihin omia ajatuksiani ja teorian tietoa.

Ensimmäisessä kysymyksessä hän totesi harjoittelusta olevan hyötyä kuntoutuksen osalta reaktiivisia ominaisuuksia kehittäessä ja saadessaan totuteltua jalat taas torjuntajen aikana tehtäviin liikkeisiin. Tämä oli kehitetyn harjoituksen idea pääpiirteittäin, sillä kuten Kanerva (2016, 42–43) kirjassaan esittää on pallojen torjuminen maalivahdin tärkein tehtävä ja nopeat reaktiot välttämättömyys. Idea harjoituksen taustalla oli, että maalivahti pystyisi kehittämään tai ylläpitämään näitä yllämainittuja reaktiivisia ominaisuuksia, joita hän ei loukkaantumisesta johtuen pystyisi normaalioloissa harjoittamaan.

Toisessa kysymyksessä hän arvioi sovelluksen todentuntuisuutta ja totesi etenkin pallon fysiikan ja käyttäytymisen olevan omituisen tuntuista verrattuna tosielämään. Nämä ovat koodaajan osalta niitä vaikeimmin toteutettavia asioita. Normaalisti palloa potkaistaessa lentorata harvoin on absoluuttisen suora ja lineaarisesti etenevä. Sovellusta tehdessä tämä erilaisten lentoratojen mallintaminen on hieman haastavaa toteuttaa, ja etenkin kauempaa tulleissa laukauksissa nämä pallon lentoradan ja fysiikan erikoisuudet ovat havaittavissa. Mitä lähempää palloa laukaistaan, niin sitä pienemmäksi ongelma lentoradan osalta muuttuu. Oikeassa pelitilanteessakin läheltä lauotut pallot tulevat kohtalaisen suoralla linjalla kohti maalia. Itse peliympäristön hän koki itsessään olevan tarpeeksi autenttisen tuntuinen. Kuten Deking ym. (2018) ja Makenna (2018) ovat todenneet, niin todentuntuisuus on yksi tärkeimmistä asioista VR:n avulla harjoittellessa. Tähän on siis syytä erityisesti kiinnittää huomiota ja yrittää ratkaista vaikeatkin pulmat sovellusta koodatessa.

Kolmannella kysymyksellä kartoitettiin miten tarkoituksenmukaiseksi case-asiakas koki harjoittelun. Hän totesi alkuun, ettei ollut aina täysin perillä siitä, mikä idea harjoittelussa oli taustalla. Tähän osaltaan vaikutti se, että kuntoutuja oli jo 5-6 kuukauden vaiheessa ja aloittanut osittain harjoittelun joukkueen kanssa ja täten tehnyt jo vähän samankaltaisia harjoitteita. Hän kuitenkin totesi, että tämä olisi ollut paikallaan hieman aikaisemmassa vaiheessa. Tuo onkin se oivallus, joka tässä VR:llä harjoittellessa oli ideana. Ajatus tämän tyyppisellä VR-harjoittelulla on täyttää tuo aikaikkuna, jolloin kuntoutus on siinä vaiheessa, ettei joukkueharjoituksiin ole vielä asiaa, mutta joitain näitä lajin vaatimia ominaisuuksia olisi mahdollista kehittää oikeanlaisilla harjoitteilla. Koistinen (2017, 11) sanoo, että täysitehoisen suoraviivaisen lajiharjoittelun voi aloittaa noin 6 kk kuluttua leikkauksesta ja kontaktilajeissa 9 kk kuluttua. VR toisi juuri ennen tuota 6-9 kuukauden kohtaa mahdollisuuden maalivahdilla kehittää ja ylläpitää havainnointia, sekä reaktiivisia ominaisuuksia. ACL-kuntoutuksen osalta VR-harjoittelu voisi alkaa noin 2-6 viikon kuluttua leikkauksesta, jolloin polven liikkuvuus ja kävelyn biomekaniikka olisivat lähellä normaalia (University of Wisconsin Sports Medicine 2015). Suurimpana loukkaantumiseriskinä lisäävänä tekijänä Di Stasi ym. (2012) pitävät juuri näitä kahta edellä mainittua tekijää, jonka takia näen, että ennen kun nousee jaloilleen harjoittelemaan ja keskitytään

pallojen torjumiseen, tulisi näiden olla lähellä normaalia. Siitä olisi mahdollista jatkaa aina tuonne 6 kk etappiin asti. Hiljalleen rajoitusten poistuessa harjoitusta voisi vaikeuttaa esimerkiksi sivuttaissuuntaista liikettä lisäämällä.

Optimitilanteessa olisimme toteuttaneet VR-harjoittelun 1-5 kk vaiheessa, mutta sovelluksen koodaaminen otti odotettua enemmän aikaa. VR:n avulla harjoittelun pystyisi periaatteessa aloittamaan, vaikka heti leikkauksesta päästyä tuolissa istumalla. Sen, ettei case-asiakas itse aina ollut ihan perillä tilanteesta ja harjoituksen tarkoituksesta otan omalle kontolleni. Asia olisi pitänyt pystyä selittämään kattavammin ja yksinkertaisesti, niin että case-asiakas olisi kokoajan ollut täysin tietoinen kokonaisuudesta ja ymmärtänyt ison kuvan koko prosessin taustalla.

Neljännessä kysymyksessä kartoitin kehitysehdotuksia. Hän mainitsi, että pallon olisi hyvä olla kokoajan näkyvässä ja sen että laukauksia voisi tulla eri suunnista. Alun perin pallo oli näkyvässä, mutta laukaisukone lähetti pallon matkaan, niin että sen liikkeestä oli havaittavissa suunta johon seuraava laukaus oli tulossa. Tältä pohjalta teimme päätöksen, että on parempi piilottaa tämä laukaisukone, ettei se helpottaisi reagointia paljastamalla seuraavan laukauksen suuntaa. Myös eri puolilta tulevat laukaukset olivat alkuperäisissä suunnitelmissa, mutta toteuttaminen olisi ollut käytettävissä olleen ajan ja resurssien puitteissa vaikeaa. Parannusehdotukset ovat ehdottomasti relevantteja, mutta sovelluksella on vain yksi koodaaja, jolla on aikaa käytössä rajallisesti. Tämän vuoksi täytyi puntaroida eri vaihtoehtojen väliltä ja priorisoida asioita. Sovellus tulisi alkuun pitää mahdollisimman yksinkertaisena, toimivana ja toistettavana.

Viimeinen kysymys johon case-asiakas vastasi koski turvallisuutta. Hän koki harjoittelun turvalliseksi niin kauan, kun pallot eivät tulleet liian kauas sivuille. Tämä oli yksi niitä asioita, jonka otimme huomioon aikaisessa vaiheessa. Oli tärkeää, että harjoittelu oli heti kontrollissa ja sivuttaissuuntaisen liikkeen lisääminen tapahtuisi maltillisesti. Näin missään vaiheessa ei ollut mahdollista, että pallo olisi yllättäen karannut liian kauas sivulle, vaan saimme hallitusti etsittyä ne rajat, joissa pallo oli yhä turvallisesti torjuttavissa. Hän myös mainitsi VR-laitteen johdon, joka kulki selän takaa maata pitkin tietokoneeseen. Olisikin hyvä,

jos johdon saisi kuljetettua yläkautta esimerkiksi kiskoja pitkin, näin kompastumisen vaaraa ei olisi. Nyt harjoitellessa olin case-asiakkaan vieressä pitämässä johtoa sivussa, ettei kaatumisriskiä olisi. Kuten Deking (2018) ym. mainitsevat SWOT-analyysissään on turvallisuus yksi ehdottoman huomionarvoinen tekijä. VR-laitteistolla ei ole mitään järkeä kuntouttaa, jos se altistaa vamman uusiutumisriskille. Di Stasi ym. (2012) toteavat, että parhaassakin tapauksessa ensimmäisen leikkauksen jälkeen vamman riski uusiutumiseen on moninkertainen, joten sitä ei kannata VR:n avulla edesauttaa turvallisuutta laiminlyömällä.

10.2 Opinnäytetyön onnistuminen

Kerätyn palautteen ja omien kokemusten pohjalta koen sovelluksen kehittämisen onnistuneen. Joulukuun lopussa käyttämämme versio oli kokonaisuudessaan oikein toimiva ja luotettava. Pelikentän ympäristö olisi voinut olla hieman realistisempi esimerkiksi lisäämällä katsomoita ja muita yksityiskohtia kentän ympärille. Aikaa oli kuitenkin vain rajallisesti, sillä halusimme aloittaa harjoittelun ennen joululomaa, eikä kaikkia yksityiskohtia ollut yhden koodarin työpanoksella mahdollista tehdä. Priorisoimmekin asioita ja onnistuimme mielestäni valitsemaan oikeat asiat pelattavuuden kannalta. Kaikki pelin mekaniikat ja harjoitteluun liittyvät asiat toimivat ilman ongelmia. Myös sovelluksen käytettävyys on helppoa, eikä se vaadi käyttäjältä suuria tietoteknisiä taitoja. Alkuvalikko on selkeä ja tiedot tallentuvat automaattisesti excel-tiedostoon. Koen, että koodarin kanssa ymmärsimme hyvin toisiamme ja näin työ eteni aina systemaattisesti molempien haluamaan suuntaan. Tätä varmasti helpotti tiivis yhteydenpitomme viestien ja säännöllisten tapaamisten merkeissä. Ensimmäisillä harjoituskerroilla myös koodari oli paikalla, jotta sovelluksen kanssa ei tulisi yllättäviä ongelmia, jotka estäisivät harjoittelun. Näitä ei kuitenkaan tullut ja harjoittelu case-asiakkaan kanssa oli kaikilla tapaamiskerroilla sujuvaa. Tästä johtuen pidänkin annettua palautetta paikkaansa pitävänä, sillä sovellus toimi kuten olimme suunnitelleet.

Kehitetyn sovelluksen osalta tulee muistaa, ettei se ole yksittäinen harjoitus tarkkaan määritettyyn kuntoutuksen vaiheeseen, vaan sitä on mahdollista muokata hyvinkin yksityiskohtaisesti aina sen hetkisen tarpeen mukaan. Harjoituksen tuleekin olla hyvin erilainen kuntouksen etenemisestä riippuen 1kk ja 6kk kohdalla. Nyt tarkoituksena oli nimenomaan kehittää sovellus, jolla voitaisiin tuoda lisäarvoa urheilijan kuntoutuksen aikaiseen harjoitteluun. Teoriatietoon peilaten on selkeästi nähtävissä aukko, johon tämän kaltainen harjoittelu antaisi mahdollisuuden kehittää havainnointia ja reaktiivisia ominaisuuksia koko kuntoutuksen ajan.

Tulevaisuudessa sovellusta on vielä mahdollista kehittää. Fysiotikka on tilannut käyttöönsä neljä VR-trackeria, jotka voidaan sijoittaa remmien avulla molempiin käsiin, sekä jalkoihin. Näin torjumiseen on mahdollista käyttää käsien lisäksi alaraajoja, eikä käsissä tarvitsisi erikseen pitää ohjaimia. Myös kentän ympäristön voisi vielä kehittää realistisemmaksi, sekä lisätä sovellukseen auditiivista informaatiota. Näitä ajatuksia pyörittelimme mielessämme ja ajattelimme lisätä sovellukseen ennen kuin maailmalla puhjennut koronaepidemia sulki koulut kevään osalta. Tämän takia opinnäytetyössä ei ole myöskään havainnollistavia kuvia itse sovelluksesta, vaan valmiin tuotoksen kuvailu on jäänyt sanalliselle tasolle.

Suomessa ICF:n käyttö ei ole vielä pakollista, mutta esimerkiksi Kela suosittelee sitä kuntoutuksen suunnittelussa, joten se on hyvä nostaa esille työssä. ICF:n osalta kuntoutuksessa jäädään monesti liikkumaan toimintakyvyn ja toimintarajoitteiden puolelle ja ympäristötekijät jäävät pienemmälle huomiolle. VR voisi tältä puolelta tuoda uutta sisältöä kuntoutukseen ja edistää yksilön toimintakykyä jo heti kuntoutuksen alkuvaiheessa mahdollistamalla turvallisen ja kontrolloidun harjoittelun. Opinnäytetyössä esitetyn teoriatiedon ja saadun kokemuksen pohjalta uskon, että jatkaessaan VR-harjoittelua koko kuntouksen ajan maalivahdilla olisi nopeampi ja helpompi tie takaisin kilpailullisiin peleihin.

10.3 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyössä tutkijalla on eettisiä ja moraalisia velvoitteita tutkimushenkilöitä, tutkimusyhteisöä, ammattialaa, tutkimuksen rahoittajaa ja yhteiskuntaa kohtaan. Lisäksi on olemassa lainsäädäntöä, jotka on otettava huomioon opinnäytetyötä tehdessä. Vilppi tai piittaamattomuus ovat hyvän tieteellisen käytännön vastaisia, jonka lisäksi ne voivat olla myös lainvastaisia tekoja. Luotettava opinnäytetyö olisi hyvä aikatauluttaa, mutta sen tarkka asettaminen opinnäytetyön toteutuksen puolesta oli hieman haastavaa ulkopuolisten muuttujien, kuten sovelluksen kehittämistyön vaatiman ajan osalta. Tämän vuoksi aloitus- ja lopetusajankohta eivät olleet missään vaiheessa tarkkaan määritellyt. (Arene 2018, 6-7)

Kirjallisuuden valinnassa on käytetty lähdekritiikkiä. Opinnäytetyön tekijä on pyrkinyt kriittisyyteen niin lähteitä valitessa, kuin niitä lukiessa. Kriteereinä on käytetty kirjoittajan tunnettavuutta, lähteen ikää ja alkuperää, lähteen uskottavuutta, sekä totuudellisuutta ja puolueettomuutta. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 113). Muiden tutkijoiden työ, ja saavutuksen on otettu huomioon asianmukaisesti. Tätä on noudatettu viittaamalla muiden julkaisuihin asiaankuuluvalla tavalla, sekä annettu heidän saavutuksilleen niille kuuluva arvo. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6)

Opinnäytetyötä tehdessä on seurattu Karelia-ammattikorkeakoulun opinnäytetyöohjetta. Tässä ohjeessa mainitut opinnäytetyön eettiset kysymykset on otettu huomioon työtä tehdessä. (Karelia-amk opinnäytetyöryhmä 2018, 32-33)

10.4 Kehittämistoiminnan luotettavuus ja eettisyys

Kehittämistoiminnan osalta on noudatettu toiminnassa mukana olleen case-henkilön itsemääräämisoikeutta kaikissa tilanteissa. Hän on osallistunut kehittämishankkeeseen vapaaehtoisesti omien aikataulujen mukaan. Yksityisyydensuojasta on pidetty huoli tämän opinnäytetyön osalta, eikä työssä ole tuotu esiin mitään seikkoja, jotka voisivat paljastaa hänen henkilöllisyytensä.

Hänelle on ennen työn aloitusta selvitetty opinnäytetyön tarkoitusta ja kulkua, sekä kysytty suostumus osallistua kehittämishankkeeseen case-henkilönä. Lisäksi hänelle on myös selvitetty mihin saatua tuotosta voidaan käyttää ja mihin saatu tieto julkaistaan. Myös kuntoutuksen eri vaiheiden tuomat rajoitukset on otettu huomioon VR-laitteistoa käytettäessä, sekä ohjelman suunnittelussa niin, ettei kehittämistoiminta ole missään vaiheessa aiheuttanut vaaraa case-asiakkaan terveydelle. (Arene 2018, 8)

Myös muut opinnäytetyön tekoon vaikuttaneet henkilöt, kuten sovelluksen koodaaja ovat sitoutuneet vaitioloon. Hän ei kerro eteenpäin luottamuksellisia työskentelynsä aikana näkemiään ja kuulemiaan asioita. Myös sovelluksen keräämä data, sekä muut tiedot jäävät pelkästään tietokoneen muistiin, eikä ulkopuolisilla ole mahdollisuutta päästä käsiksi salasanan takana olevan tietokoneen tietoihin. Muut tietokoneen käyttäjät ovat tietoisia, etteivät he saa missään tapauksessa lähteä tarkastelemaan omaan työhönsä liittymättömiä tietoja tietokoneen kansioista.

Kehittämishankkeessa on noudatettu avoimen tieteen ja tutkimuksen käytäntöä. Käytetyt menetelmät, aineistot, tulokset ja tuotokset ovat kaikkien halukkaiden käytössä. Lisäksi opinnäytetyö tulee kaikille julkiseksi Theseus-julkaisuarkistossa. (Arene 2018, 9)

Lopullisessa tuotoksessa harjoituksena on käytetty mahdollisimman realistista ja samankaltaista torjuntaharjoitusta kuin jalkapallomaalivahdit suorittavat terveenä ollessaan joukkueharjoituksissa. Tulosten seuranta perustuu sovelluksen tuottamaan ja tallentamaan tietoon torjuttujen pallojen ja päästettyjen maalien määrästä, sekä muista syötetyistä muuttujista. Tämän johdosta mahdolliset virheet ovat heti nähtävillä tallennetuissa tiedoissa ja tuloksia voidaan pitää luotettavina. Lisäksi virtuaalinen ympäristö on muokattu mahdollisimman todentuntuiseksi autenttisen kokemuksen saavuttamiseksi.

10.5 Ammatillinen kasvu

Opinnäytetyön aiheen valitseminen tapahtui kohtalaisen helposti keskusteltaessa Fysiotikan tarjoamista opinnäytetyöaiheista. Aihe piti sisällään käytännössä kolme eri huomion arvoista asiaa: virtual reality, ALC-kuntoutus ja jalkapallomaalivaahdin ominaisuudet. Näistä polven anatomia ja kuntoutus, sekä jalkapallomaalivaahdin toimenkuva olivat joiltain osin tuttuja. VR-maailman tunsin entuudestaan, mutta en tiennyt oliko sitä käytetty fysioterapian näkökulmasta. Ensimmäisenä tehtävänäni oli lähteä tutustumaan näihin aiheisiin teorian tiedon kautta. ACL kuntoutuksesta tietoa oli helposti saatavilla ja tiedon kartuttaminen aiheesta onnistui hyvin. VR:n osalta tämä perustiedon kerääminen osoittautuikin hieman haastavaksi. Joitain tutkimuksia oli tehty ja oli olemassa artikkeleja sen käytöstä. Yksikään niistä ei suoraan osunut omaan aiheeseeni, jossa käytetään päähän laitettavia laseja ja ohjainten avulla vaikutetaan ympärillä olevaan maailmaan. Monesti VR:llä tarkoitettiin edessä olevan näytön kanssa tapahtuvaa vuorovaikutusta, eikä sitä että kohdehenkilö olisi kokonaan uppoutuneena virtuaalimaailmaan. Tältä osin pääsinkin pilotoimaan aika pitkälti uudenlaista aihetta, eikä jokaisessa käänteessä pystynyt nojaamaan teoreettiseen tietoon.

Kävin myös seuraamassa jalkapallomaalivahtien lajiharjoituksia. Siellä seurasin lajin asettamia vaatimuksia ja yritin tuoda havaintoni mahdollisimman tarkasti virtuaaliseen ympäristöön. Tämä ei aina ollut niin yksinkertaista, sillä kaikki ratkaisut eivät olleet aina niin helposti toteutettavissa tietokoneella kuin oman pääsi sisällä. Kuitenkin pääsin vuorovaikuttamaan eri alan asiantuntijan eli Fysiotikassa olleen koodarin kanssa koko opinnäytetyöprosessin ajan. Tätä kautta pääsin toteuttamaan todellista pitkäaikaista moniammatillista yhteistyötä. Se ei ole kokoajan helppoa, vaan me molemmat jouduimme tekemään kompromisseja prosessin aikana parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Ei pidä myöskään unohtaa case-asiakkaan roolia. Hänen ollessa todellinen jalkapallomaalivahti saimme paljon konkreettisia neuvoja ja ajatuksia aina heti harjoituskertojen jälkeen. Vaikka teinkin opinnäytetyöni yksin ei opinnäytetyöprosessi ollut missään vaiheessa yksinäistä puurtamista, vaan olimme edellä mainitun porukan, sekä Fysiotikan kanssa koko ajan tiiviissä vuorovaikutussuhteessa.

Kävin myös useamman kerran esittelemässä opinnäytetyötä ja isoa kuvaa koko VR:n käytöstä kuntoutuksessa esimerkiksi Joensuun Urheiluakatemialle. Tätä kautta sain myös vähän kokemusta siitä, millaista on toimia oman alansa asiantuntijana. Koen saaneeni paljon erilaista oppia, jota ei pelkästään kursseja käymällä ole mahdollista saada. Aihe ei missään mielessä ollut aina helpoin mahdollinen, sillä kaikki ei ollut aina riippuvaista pelkästään sinusta itsestäsi. Aikataulut olivat hyvin liukuvia, joka itsessään oli hieman stressaavaa. Et voinut montaakaan kertaa olla varma, että pystytäänkö seuraava tapaaminen pitämään suunnitellusti. Oli myös vaikea tietää meneekö jonkun asian korjaamiseen ohjelmassa viikko vai kaksi. Kaiken kaikkiaan sain kuitenkin paljon oppia monesta eri näkökulmasta ja tämän opinnäytetyön ansiosta olen varmasti taas hieman parempi fysioterapeutti.

10.6 Jatkokehittämissideat

Opinnäytetyön tuotoksena syntyi VR-sovellus, jota on mahdollista käyttää osana kuntoutusta. Pilotoidessa ja kokeillessa laitetta case-asiakkaan kanssa keräsimme dataa excel-tiedostoon torjutuista palloista ja muista harjoituksissa käytetyistä parametreista. Näitä saatuja tuloksia ei kuitenkaan esitellä tarkemmin tässä opinnäytetyössä, vaan keskitytään pitkälti sovelluksen kehittämiseen. Tältä pohjalta olisikin mahdollista lähteä, joko case-asiakkaan tai pienen ryhmän kanssa keräämään talteen dataa ja tutkimaan tarkemmin sovelluksen vaikuttavuutta. Lisäksi pelkän sovelluksen keräämän tiedon ohessa olisi mahdollista kerätä tietoa ulkopuolisilla mittausvälineillä, kuten painolevyillä tai nivelsensoreilla. Näkisin, että erilaisia mahdollisuuksia tämän osalta on lukemattomia, etenkin laajennettaessa näkemystä ulos urheilumaailmasta normaalin kuntoutuksen pariin. Vaikka valmis sovellus on jalkapallojen torjumista, koen että se lähes sellaisenaan soveltuu helppojen parametrien säädettävyyksien osalta moneen muuhunkin kuntoutukseen. Siirtämällä haluttua laukaisukohtaa tulemaan vain toiselle puolella vartaloa, voidaan harjoittaa esimerkiksi halvauspotilaan hemipuolta. Myöskin näiden neljän VR-trackerin käyttö lisää tulevaisuudessa sovelluksen monikäyttöisyyttä. Esimerkiksi

käyttämällä käsien lisäksi jalkoja palloja torjuessa saadaan erinomaista tasapainoharjoittelua.

Laajemmalla osin VR:n käytön mahdollisuudet erilaisessa kuntoutuksessa ja fysioterapiassa ovat valtavat. Näiden uusien mahdollisuuksien saattaminen toimiviksi sovelluksiksi vaatii jälleen todennäköisesti ulkopuolisen koodarin työpanosta, ellei fysioterapeuttiopiskelijoiden keskuudesta löydy itseoppineita koodareita. Kaikki erilaiset tuotokset koskien VR:ää lisääisivät taas tietoa sen käytöstä ja mahdollisuuksista, sekä leventäisivät pohjaa, jolta uudet opiskelijat pääsisivät ponnistamaan kohti aihetta. Näkisinkin, että jos haluamme lisätä tietoisuutta ja saada VR:ää laajemmin käyttöön fysioterapiassa, vaati se muutamia opinnäytetöitä aiheesta. Tärkeää olisi myös saada näillä valmiiksi pilotoiduilla sovelluksilla konkreettisia tutkimuksia, joilla voitaisiin selkeästi osoittaa VR:n hyödyllisyys osana kuntoutusta.

Lähteet

- Arene. 2018. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset.
<https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/Ammattikorkeakoulujen%20opin%C3%A4ytet%C3%B6iden%20eettiset%20suositukset.pdf>
 12.2.2020
- Bizzini, M., Hancock, D. & Impellizzeri, F. 2012. Suggestions From the Field for Return to Sports Participation Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Soccer.
<https://www.michaelshepardmd.com/pdfs/return-to-play-guidelines-for-soccer-athletes-after-acl-surgery.pdf> 1.4.2020
- Charoensuk, W. Kaimuk, P. & Prasertsakul, T. 2018. The effect of virtual reality-based balance training on motor learning and postural control in healthy adults: a randomized preliminary study. BioMedical Engineering OnLine.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6145375/#!po=24.2857> 28.10.2019
- De Boode, V. Faber, G. Ibrahim, R. Kingma, I. Van Dieen, J. 2020. Angular Velocity, Moment, and Power Analysis of the Ankle, Knee, and Hip Joints in the Goalkeeper's Diving Save in Football.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2020.00013/full>
 10.3.2020
- Di Stasi, S., Hewett, T. & Myer, G. 2013. Current Concepts for Injury Prevention in Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3592333/>
 21.10.2019
- Düking, P. Holmberg, H. & Sperlich, B. 2018. The Potential Usefulness of Virtual Reality Systems for Athletes: A Short SWOT Analysis. Frontiers in physiology.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5841195/>
 30.10.2019
- Flickr. 2016. <https://www.flickr.com/photos/bagogames/25845851080> 25.4.2020
- Gurwin, G. 2019. VR Tool Strivr Helps Injured NFL Quarterback Prepare for Return <https://www.vrfitnessinsider.com/vr-tool-strivr-helps-injured-nfl-quarterback-prepare-for-return/amp/> 10.12.2019
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi. HUS. Polven tapaturmaisen nivelkierukkarepeämän hoito.
https://www.hus.fi/sairaanhoito/sairaanhoitopalvelut/lantio-ja-alaraajakirurgia/polvennivelside_ja_kierukkavammat/nivelkierukkarpeama/Sivut/default.aspx 16.10.2019
- Kallio, T. 2016. Polven ristisiteen repeämät.
<https://www.terveystalo.com/fi/Palvelut/Urheilijat-ja-aktiiviliikkujat-Sport/Tietoa-urheiluterveydesta/Polven-ristisiteen-repeamat/>
 17.10.2019
- Kanerva, J. 2016. Jalkapallokirja. Helsinki: Readme.fi.
- Kauranen, K. 2018. Fysioterapeutin käsikirja. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Koistinen, J. 2017. Polven eturistisidevammojen kuntoutus urheilijoilla. <http://urheilufysio.fi/kuntoutus/polven-eturistisidevammojen-kuntoutus-urheilijoilla/> 22.10.2019
- Koistinen, J. SUFT. 01/2017. Harjoitusprogressiolla tärkeä rooli ACL-kuntoutuksessa.

- Makenna, H. 2018. Identifying the Interest in Virtual Reality as an Injury Rehabilitation Program Amongst Collegiate Athletes
<https://search.proquest.com/openview/a000a11c6dab8b3c17e5870905c666d2/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y> 18.1.2020
- Niemeläinen, R. & Väilä, R. 2002. acl –rekonstruktion postoperatiivisten kuntoutusprotokollien vertailu
<https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/8249/G0000322.pdf?sequence=1> 23.3.2020
- Paltamaa, J. & Perttinen, P. 2015. Toimintakyvyn arvoitus – ICF teoriasta käytäntöön.
<https://www.kela.fi/documents/10180/751941/Tutkimuksia137.pdf> 3.4.2020
- Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV. 6.3.3 Strukturoitu ja puolistrukturoitu haastattelu.
https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_3.html 24.3.2020
- Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle.
<http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163738.pdf> 10.12.2019
- Suomen Palloliitto. Jalkapallokenttien rajamerkinnot.
https://www.palloliitto.fi/sites/default/files/Palloliitto/jp_kenttien_rajamerkinnot.png 18.10.2019
- THL. 2020. ICF-luokitus. <https://thl.fi/fi/web/toimintakyky/icf-luokitus> 3.4.2020
- Toivanen, P. Eturistisidevammat (ACL) jalkapalloilijoiden riesana.
<https://fysiocenter.fi/blog/eturistisidevammat-acl-jalkapalloilijoiden-riesana/> 3.3.2020
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa.
https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf 10.2.2020
- Virtual Reality Society 2017. What is Virtual Reality.
<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/what-is-virtual-reality.html> 6.1.2020
- Walker, B. 2014. Urheiluvammat- ennaltaehkäisy, hoito, kuntoutus ja kinesioteippaus. Lahti: VK-Kustannus Oy

