



Kyberpahoivoinnin syntyyn vaikuttavat tekijät VR-laitteiden käytössä

Oulun yliopisto
Tietojenkäsittelytiede
LuK-tutkimus
Joonas Nikki
2024

Tiivistelmä

VR-laitteita käyttäessä saattaa tuntea pahoinvointia. Tätä pahoinvointia kutsutaan kyberpahoinvoinniksi. Kyberpahoinvointi johtuu liikkeen observoimisesta samalla tavalla kuin liikepahoinvointi, mutta fyysisen liikkeen sijaan liike tapahtuu virtuaalisen todellisuuden sisällä. Kyberpahoinvoinnin oireisiin kuuluu kalpea iho, pahoinvointi, oksentelu, kylmä hiki, huimaus, päänsärky, lisääntyvä kuolaus ja väsymys. Kyberpahoinvointi on VR-kokemuksen kannalta erittäin negatiivinen ja monessa tapauksessa johtaa kokemuksen ennen aikaiseen lopettamiseen. Kyberpahoinvoinnin tuntemiseen liittyy lukuisia yksilöllisiä sekä yleisempiä syitä. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ottaa selvälle, mitä nämä syyt ovat ja mistä ne johtuvat. Tämän tutkimuksen tutkimusmenetelmänä on kirjallisuuskatsaus, jossa tarkastellaan ja analysoidaan aiheeseen liittyvää kirjallisuutta. Tutkimuksessa tuli esille monia eri teorioita kyberpahoinvoinnin aiheutumisen syistä. Yleisimmät näistä teorioista ovat aisti konfliktiteoria, myrkkYTEORIA, ryhdin epävakausteoria, 'rest frames' teoria ja silmänliiketeoria. Teorioiden lisäksi tunnetuimpia kyberpahoinvointiin vaikuttavia tekijöitä ovat käyttäjän aikaisempi kokemus VR:n kanssa, käyttäjän syventymisen taso VR kokemuksen aikana ja käyttäjän kokeman VR median tyyppi. Kyberpahoinvointiin vaikuttaviin yksilöllisiin tekijöihin liittyy muun muassa käyttäjän yleinen terveys ja kunto sekä sukupuoli. Yksilöstä riippumattomia VR kypärästä johtuvia vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi laitteen viive, matala kuvataajuus ja liian suuri FOV. Suuri osa tutkituista kyberpahoinvointiin johtavista tekijöistä ovat vielä teorioita. Osa teorioista ovat konfliktissa toisten teorioiden kanssa ja tutkimukset kyberpahoinvointiin jatkuvat yhä, jotta oikeat teoriat saataisiin kiinteytettyä.

Avainsanat

kyberpahoinvointi, virtuaalitodellisuus, VR, SSQ, HMD, IPD

Ohjaaja

FT, yliopistonlehtori Leena Arhippainen

Esipuhe

Kiitän ohjaajaa Leena Arhippainen sekä vanhempiani.

24.5.2024

Joonas Mikael Nikki

Lyhenteet

3D	three dimensional / kolmiulotteinen
AR	Augmented Reality / lisätty todellisuus
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment
FOV	Field Of View
HMD	Head Mounted Display
IPD	Inter Pupillary Distance
SSQ	Simulator Sickness Questionnaire
VR	Virtual Reality / virtuaalitodellisuus

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	2
Esipuhe.....	3
Lyhenteet.....	4
Sisällysluettelo.....	5
1. Johdanto.....	6
1.1 Tutkimuskysymys- ja menetelmä.....	6
1.2 Tutkimuksen rajaus.....	6
1.3 Tutkielman rakenne.....	7
2. Virtuaalidellisuus.....	8
2.1 VR-tekno logia.....	8
2.2 VR konseptina.....	8
2.3 VR nykypäivänä.....	9
3. Kyberpahoinvointi.....	10
3.1 Liikepahoinvointi ja simulaattoripahoinvointi.....	10
3.2 Käyttökokemus ja kyberpahoinvoinnin oireet.....	10
3.3 Syitä kyberpahoinvoinnille.....	11
3.3.1 Eroavat tekijät yksilöiden välillä.....	12
3.3.2 Syventymisen taso.....	14
3.3.3 VR mediatyyppin ja sisällön vaikutus.....	14
3.4 Kyberpahoinvoinnin ennustaminen yksilön asennosta.....	15
4. Löydökset ja pohdinta.....	16
5. Yhteenveto.....	19
Lähteet.....	20

1. Johdanto

Teknologia on kehittynyt valtavasti viimeisen vuosikymmenen aikana. Teknologian kehityksen mukana myös virtuaalisen todellisuuden (VR) teknologia on kehittynyt nopeasti. VR-teknologian kehitys, sekä mahdollisuudet eivät ole jääneet huomaamatta yrityksiltä eikä kuluttajilta. Markkinoille ilmestyneet edulliset VR-teknologiat kuten Oculus Rift (Lavalle ym., 2014) ja HTC Vive ovat kiinnittäneet kuluttajien sekä tutkijoiden huomiot viitaten siihen, että VR teknologia saattaisi olla seuraava suuri harppaus teknologisessa innovaatiossa (Cipresso ym., 2018).

VR-teknologia on erittäin ajankohtainen aihe ja VR-teknologia saattaa tulevaisuudessa olla osana arkea merkittävälle määrälle kansalaisista. Yksi suuri VR-teknologian kuluttaja ryhmistä ovat pelaajat. Myös edellä mainitut VR teknologiat ovat suunniteltu pää osin pelaajia ajatellen. Pelaajien lisäksi VR-teknologiaa on hyödynnetty myös muilla sektoreilla kuten opetuksessa ja lääketieteissä.

VR-teknologialla on kuitenkin omat ongelmansa. Yksi näistä ongelmista, joka on myös tämän tutkimuksen pääaiheena, on kyberpahoinvointi. Kyberpahoinvointi on yleistä virtuaalista ympäristöä käyttävillä henkilöillä ja sen oireet ovat hyvin samanlaisia liikepahoinvoinnin kanssa (Rebenitsch & Owen, 2016). Kyberpahoinvointia esiintyy näyttölaitteita tuijottaessa ja VR-lasit ovatkin eräänlainen puettava näyttölaite. Kyberpahoinvoinnin oireilu haittaa käyttäjien käyttökokemusta VR-teknologian kanssa ja on täten myös aiheuttanut päänvaivaa teknologian suunnittelijoille. Kyberpahoinvointi onkin ollut yksi suuri tutkimuksen aihe VR-teknologiaan liittyen ja tutkimuksista on julkaistu lukuisia papereita.

1.1 Tutkimuskysymys- ja menetelmä

Tässä tutkielmassa tulen perehtymään kyberpahoinvointiin VR-teknologiassa, sekä siihen liittyviin seikkoihin. Perehdytään siihen kuinka vaikuttava ja näkyvä ilmiö kyberpahoinvointi on, kuinka paljon ilmiö tulisi ottaa huomioon ja miten pahoinvoinnin määrää mitataan ja tutkitaan. Perehdytään myös siihen mikä oikeastaan aiheuttaa kyberpahoinvointia ja miten tätä voisi estää. Tutkitaan myös, onko kyberpahoinvointi sukupuolesta riippuvainen ja mistä tämä johtuu.

Tutkimusmenetelmänä on kirjallisuuskatsaus (Denney & Tewksbury, 2013). Kaiken tiedon ja kirjallisuuden hakemisessa käytin Scopusta. Hain tietoa Scopuksesta käyttäen hakusanoina ”virtual reality” ja ”headset” sekä rajasin hakuni täsmälliseen pääsanaan ”cybersickness”. Aluksi etsin kirjallisuutta rajaamatta sitä mihinkään vuosiin. Muutaman hyvän lähteen löydettyäni rajasin kirjallisuuden kuitenkin vuosiin 2022–2023 kirjallisuuden suuren määrän takia. Kuitenkin käytyäni läpi kaikki edellisiin vuosiin rajatut lähteet jouduin hieman laajentamaan rajausta ja päädyin lopulta rajaamaan sen vuosiin 2018–2023. Loput lähteistä sain ohjaajaltani.

1.2 Tutkimuksen rajaus

Rajasin aiheeni käsittelemään vain kyberpahoinvointia VR-laitteissa. Tutkielmassa ei esimerkiksi käsitellä AR (Augmented Reality) laitteita. Lisäksi tutkielmassa ei perehdytä syvemmin ihmisen silmän tai aivojen toimintaan VR-laitteita käyttäessä eikä, miten tämä liittyisi kyberpahoinvoinnin tunteeseen. Sen sijaan näihin aiheisiin kosketaan vain

pintapuolisesti. Rajasin aiheeni seuraavalla tavalla, sillä AR ja VR aiheena ovat täysin erilaisia teknologioita, vaikka molemmat liittyvätkin virtuaalisen todellisuuden tuomiseen käyttäjälle. Ihmisen aivojen tai silmien toimintaan en sukella syvemmin, sillä aihe karkaisi hyvin nopeasti tietojenkäsittelytieteiden alalta.

1.3 Tutkielman rakenne

Aluksi johdatellaan aihealueeseen ja tutkimuksen tavoitteeseen. Luvussa 2 käsitellään virtuaalista todellisuutta yleisesti konseptina ja teknologiana. Luvussa 3 Siirrytään kyberpahoinnin aiheeseen. Aiheessa tutkitaan kyberpahoinnin oireita ja kyberpahoivointia aiheuttavia tekijöitä. Lopuksi esitetään löydökset, pohdinta ja yhteenveto.

2. Virtuaalitodellisuus

Tässä luvussa käsitellään lyhyesti virtuaalista todellisuutta teknologiana ja konseptina. Lisäksi käsitellään hieman virtuaalisen todellisuuden historiaa ja mitä se on nykypäivänä.

2.1 VR-teknologia

Virtuaalitodellisuus on hyvin teknologiasta riippuvainen. Teknologia on kehittynyt valtavasti viimeisen vuosikymmenen aikana ja siten myös virtuaalisen todellisuuden teknologia on kehittynyt nopeasti. Laitteistoilla, joita virtuaalisessa ympäristössä käytetään, on hyvin tärkeä rooli käyttäjän kokemuksessa virtuaalisen todellisuuden kanssa. Laitteet ovat tärkeitä sillä ne toimivat käyttäjän instrumentteina, jotka mahdollistavat käyttäjän kommunikoimisen virtuaalisen todellisuuden kanssa. Laitteet voidaan jakaa syöttö ja ulostulo laitteisiin. Syöttölaitteet mahdollistavat käyttäjän vuorovaikutuksen virtuaalisen ympäristön kanssa ja syöttölaitteina voivat toimia monet eri laitteet. Laitteena voi toimia esimerkiksi näppäimistö, ohjain sauva tai jopa hanskat, joilla on mahdollista havaita käyttäjän sormenliikkeet. Ulostulolaitteet käyttävät käyttäjän aisteja kommunikoimaan tietoa virtuaalisesta ympäristöstä. Ulostulolaitteet auttavat käyttäjää näkemään ja kuulemaan tai jopa tuntemaan ja haistamaan virtuaalisen ympäristön. Tällaisina laitteina voivat toimia esimerkiksi yksinkertaiset monitorit, VR-lasit, kaiuttimet ja tuntoaistiin perustuvat ulostulolaitteet. (Cipresso ym., 2018)

2.2 VR konseptina

Cipresso ym. (2018) kertovat tekstissään virtuaalisesta todellisuudesta konseptina. Tekstin mukaan ensimmäinen konsepti virtuaalisesta todellisuudesta voidaan jäljittää 60-luvun puoliväliin. Tuona aikana Ivan Sutherland kuvasi virtuaalista todellisuutta ikkunana, minkä läpi käyttäjä pystyy havaita, nähdä, kuulla ja tuntea virtuaalisen todellisuuden täysin todellisena ollen myös vuorovaikutuksessa sen kanssa.

Aikojen saatossa ja teknologian kehittyessä virtuaalisesta todellisuudesta on luotu lukuisia eri määritelmiä. Esimerkiksi vuonna 1992 Fuchs ja Bishop kuvailivat virtuaalista todellisuutta interaktiivisina reaaliaikaisina 3D-grafikoina yhdistettynä näyttöteknologiaan, joka antaa käyttäjälle immersion mallinnettuun maailmaan, sekä suoran vuorovaikutuskyvyn maailman kanssa. Kuten Ivan Sutherlandinkin määritelmässä, vaikka lukuisat eri määritelmät ovat muovautuneet ajan myötä, kaikissa kehitetyissä määritelmissä esiintyvät kuitenkin kolme virtuaalisen todellisuuden yleisistä ominaisuuksia. Nämä yleiset ominaisuudet ovat immersio, tunne olevansa osana virtuaalisen todellisuuden ympäristöä ja vuorovaikutus tämän ympäristön kanssa (Cipresso ym., 2018). (Davis ym., 2015) mukaan virtuaalisen todellisuuden tavoitteena on kumota henkilön usko omaan todellisuuteen ja samalla kumota epäusko tietokoneen luomaan virtuaaliseen todellisuuteen.

2.3 VR nykypäivänä

Viime vuosikymmenen aikana VR-teknologia on siirtynyt yksityisten teollisuuden sovellusten ohi kohti kuluttajien markkinoita, jonka ansiosta virtuaalisen todellisuuden suosio ja kiinnostus ovat kasvaneet suuresti (Davis ym., 2015). VR-teknologiasta ovat kiinnostuneet sijoittajat, tutkijat sekä kuluttajat (Cipresso ym., 2018). Sijoittajien puolella suuret yritykset kuten Sony, Samsung ja Google ovat investoineet valtavia summia VR- sekä AR-teknologiaan. Tutkijoiden puolella virtuaalisen todellisuuden applikaatioista ja mahdollisuuksista on kirjoitettu yli tuhat tieteellistä paperia ja kuluttajien puolella erityisesti VR-pelien suosio on kasvanut valtavasti.

Nykypäivänä VR-teknologiaa on hyödynnetty pelien lisäksi myös lukuisilla muilla alueilla, kuten armeijan harjoituksissa, arkkitehtisessa suunnittelussa ja terveydenhuollon alalla psykologisessa hoidossa ja leikkausten simuloimisessa. VR-teknologiasta on saatu paljon apua myös eri kammojen, kuten hämähäkkikammon hoitamisessa. (Garrido ym., 2022)

3. Kyberpahoinvointi

Tässä luvussa käsitellään kyberpahoinvointia ja sen eroavuutta liikepahoinvoinnista ja simulaattoripahoinvoinnista. Lisäksi käsitellään kyberpahoinvoinnista johtuvia oireita ja kyberpahoinvointiin johtavia syitä.

3.1 Liikepahoinvointi ja simulaattoripahoinvointi

Kyberpahoinvoinnin oireet muistuttavat hyvin paljon liikepahoinvoinnista johtuvia oireita, mutta koska aiheuttajana ei ole fyysinen liike, nämä kaksi käsitettä ovat eritelty toisistaan. Kyberpahoinvointi on paljon tutkittu aihe ja on ollut tunnettu ongelma jo vuodesta 1995. Tuolloin sitä esiintyi simulaattoreissa ja sitä kutsuttiin yleisesti simulaattoripahoinvoinniksi. Tuolloin pahoinvointi aiheutti päänvaivaa lähinnä armeijoille, joissa simulaattoreita käytettiin taisteluharjoituksissa ja pahoinvointi häiritsi harjoitusten tehokkuutta.

VR-laitteiden yleistyessä siitä on kuitenkin tullut julkisen tason ongelma, koska pahimmassa tapauksessa epämukavuuden tunnon lisäksi kyberpahoinvointi voi olla jopa vaarallista johtaen loukkaantumiseen tai vammoihin. (Rebenitsch & Owen, 2016)

3.2 Käyttökokemus ja kyberpahoinvoinnin oireet

Immersioivat visuaaliset näyttölaitteet ja muut stereoskooppiset ja virtuaaliset systeemit ovat yleistyneet valtavasti. Näiden mukana on yleistynyt myös ihmisissä näkyvä ilmiö nimeltä kyberpahoinvointi (Rebenitsch & Owen, 2016). Kyberpahoinvoinnin aiheuttamat oireet häiritsevät ihmisten käyttökokemusta virtuaalisen todellisuuden laitteiden ja muiden virtuaalisten systeemien kanssa. (Garrido ym. 2022) ovat samaa mieltä (Rebenitsch & Owen, 2016) kanssa kyberpahoinvoinnin lisääntymisestä ja sen tuomista haittavaikutuksista VR-tekniikan kanssa. Testissä, jonka he suorittivat 92 osallistujan kanssa, 10 minuutin VR-kokeilun jälkeen 65,2 % osallistujista tunsivat kyberpahoinvointia jonkin verran ja 23,9 % osallistujista tunsivat pahoinvoinnin vahvasti.

Kyberpahoinvointia VR-laitteissa mitataan SSQ (Simulator Sickness Questionnaire) kautta. SSQ on kyselyn kautta toimiva mittaustapa, jossa osallistujia pyydetään arvioimaan oireen tuntumisen vahvuus skaalalla 0–3. SSQ on perinteinen tapa mitata kyberpahoinvointia ja se keksittiin vuonna 1993 (Kim ym., 2018).

Kyberpahoinvoinnilla on monia eri oireita ja oireet vaihtelevat eri yksilöillä. Lääketieteellisiin oireisiin kuuluu kalpea iho, pahoinvointi, oksentelu, kylmä hiki, huimaus, päänsärky, lisääntyvä kuolaus ja väsymys. Vaikka oireet ovat hyvin samanlaisia esimerkiksi simulaattoripahoinvoinnin ja meripahoinvoinnin kanssa, on kyberpahoinvoinnin oireprofiili kuitenkin erilainen (Taulukko 1). Kyberpahoinvoinnin

oireet ovat myös kolme kertaa vakavammat kuin simulaattori pahoinvoinnissa (Davis ym., 2015).

Taulukko 1. Oireprofiilit (Rebenitsch & Owen, 2016)

	Military simulations	Sea sickness	Space sickness	Cybersickness
Highest rating	Oculomotor	Nauseagenic	Nauseagenic	Disorientation
Middle rating	Nauseagenic	Oculomotor	Disorientation	Nauseagenic
Lowest rating	Disorientation	Disorientation	Oculomotor	Oculomotor

Taulukossa on kartoitettu eri oireiden yleisyyttä SSQ-kyselymenetelmällä, jossa pyydettiin arvioimaan oireen tuntumisen vakavuus skaalalla 0–3. 'Highest rating' tarkoittaa yleisimpiä oireita ja 'Lowest rating' vähiten yleisiä. 'Disorientation' eli hämmennys tarkoittaa oireita kuten huimausta, 'Nauseagenic' eli pahoinvointi tarkoittaa oireita kuten pahoinvointia ja 'Oculomotor' eli silmän liikkeeseen liittyvät oireet viittaavat päänsärkyyn ja silmien väsymiseen. (Rebenitsch & Owen, 2016)

3.3 Syitä kyberpahoinvoinnille

Kyberpahoinvoinnin tuntemiselle virtuaalisen todellisuuden kokemuksen aikana on löydetty monia eri syitä. Osa syistä johtuvat ihmisestä ja osa VR-laitteistosta. (Garrido ym., 2022) kuvaavat kyberpahoinvointia kokoelmana epämukavuuden ja pahoinvoinnin oireita, jotka johtuvat virtuaaliselle todellisuudelle altistumisesta. Kyberpahoinvointi on kategorisoitu visuaalista johtuvaksi liikepahoinvoinnin tunteeksi. Pahoinvoinnin tunnetta aiheuttaakin yleensä virtuaalisen todellisuuden sisällä observoitu liike. Kyberpahoinvointia on tutkittu paljon ja on luotu monia eri teorioita siitä, että miksi liikkeen observoiminen virtuaalisen todellisuuden sisällä aiheuttaa pahoinvointia. Yleisimpiä teorioita ihmisestä johtuviin syihin ovat (Garrido ym., 2022) mukaan aisti-konflikti teoria, ryhdin epävakausteoria, myrkkysteoria ja lisäksi (Porcino ym., 2020) mukaan 'Rest frames' teoria ja silmänliiketeoria.

Aisti-konflikti-teoria selittää pahoinvoinnin johtuvan virtuaalisen todellisuuden aiheuttamasta konfliktista ihmisen tasapainoelimen, sisäkorvan ja näön välillä. Tasapainoelin, sisäkorva ja näkö antavat tietoa aivoille yksilön asemasta sekä tunnetusta liikkeestä. Erityisesti virtuaalisen todellisuuden sisäisen liikkeen aikana, näkö ja tasapaino aistimusten välillä tapahtuu useasti yhteensopimattomuutta. Tasapaino elin voi informoida aivoille yksilön olevan paikallaan, mutta silmät puolestaan kertovat aivoille yksilön olevan liikkeessä. Aivot vastaanottavat ristiriitaisen informaation, joka puolestaan aiheuttaa yksilölle pahoinvoinnin tunteen (Davis ym., 2015).

Ryhdin epävakausteoria puolestaan selittää pahoinvoinnin johtuvan virtuaalisen todellisuuden sisällä tapahtuvista visuaalisista vaihteluista, kuten pyörimisestä ja kiihtymisestä ja kontrastista näiden liikkeiden ja todellisuuden välillä. Tämä kontrasti todellisuuksien välillä vähentää ihmisen ryhdin vakautta ja ryhdin epävakausta aiheuttaa pahoinvoinnin tunteen. (Porcino ym., 2020) mukaan kaikki ihmiset pyrkivät säilyttämään tasapainoisen ja hyvän ryhdin. Joissakin virtuaalisissa ympäristöissä tasapainon pitäminen voi kuitenkin tuntua vaikealta, jolloin käyttäjä saattaa pitää huonoa asentoa pitkiä aikoja huomaamattaan. Epävakaan asennon ja ryhdin pitäminen pitkän aikaa voi aiheuttaa kyberpahoinvointia.

Myrkkysteoria selittää virtuaalisen todellisuuden vaikuttavan tasapaino- ja näköelimiin hyvin samankaltaisesti kuin myrkkysteoria vaikuttaisi niihin. Tämä sekoittaa aivoja luulemaan, että henkilö on myrkytetty, joka aiheuttaa kehossa prosessien käynnistymisen, jotka yrittävät taistella myrkkysteoria vastaan. Näiden prosessien käynnistyminen puolestaan aiheuttaa ihmisessä kyberpahoinvoinnin tunteen (Garrido ym., 2022). Myrkkysteoriaa kutsutaan myös evoluutioteoriaksi. (Porcino ym., 2020) selittävät evoluutioteoriassa kehon siirtyvän suojaustilaan. Suojaus-tilassa mahassa muodostuu toksisia aineita, jotka aiheuttavat pahoinvoinnin tunnetta. Toksiksen aineiden on tarkoitus aiheuttaa epämukavaa tunnetta, kehottaen ihmistä olematta nauttimasta enempää myrkkysteoria ja oksentamaan kehoon aikaisemmin joutuneen myrkkysteoria.

'Rest frames' teoria olettaa aivojen erittelevän liikkuvat ja liikkumattomat esineet omiin kategorioihin. Liikkeen havaitsemiseksi aivot valitsevat ensin liikkumattoman objektin ja liikkuvan objektin liikettä verrataan liikkumattomaan objektiin. Teorian mukaan tämä aivojen tapa esittää liikkuvuutta ja liikkumattomuutta aiheuttaa pahoinvoinnin tunnetta ihmisissä (Porcino ym., 2020).

Silmän liike teoria selittää epämukavuuden tunteen johtuvan epänormaaleista silmän liikkeistä. Epänormaaleja liikkeitä tapahtuu, kun silmän retina yrittää stabilisoida virtuaalisessa todellisuudessa näkyvän kuvan ja kuva liikkuu erillä tavalla kuin aivot olettavat. Syyt, jotka johtavat kyberpahoinvoinnin tunteeseen voivat myös olla hyvin yksilöllisiä ja jotkut ihmiset ovat yksinkertaisesti herkempiä tuntemaan pahoinvointia, kuin toiset samaa laitetta käyttävät (Porcino ym., 2020).

HMD:stä (Head Mounted Display) eli VR-kypärästä johtuvia syitä on myös tutkittu paljon (Garrido ym., 2022). Yksi pahoinvointiin johtava tekijä voi olla FOV (Field Of view) eli näkökenttä virtuaalisen todellisuuden sisällä. Jos näkökenttä on suuri virtuaalisen todellisuuden sisällä, se voi auttaa käyttäjää immersioitumaan maailmaan paremmin, mutta voi myös aiheuttaa helpommin kyberpahoinvoinnin tunnetta. Pahoinvoinnin tunnetta voi myös aiheuttaa VR-kypärän matala kuvataajuus, suuri viive tai 'vection' eli illuusio liikkeen tunnosta. Matala kuvataajuus aiheuttaa kypärän näyttöjen välkkymistä, joka voi väsyttää käyttäjän silmiä ja aiheuttaa päänsärkyä. Viive kypärän näytöissä voi puolestaan lisätä konfliktin tunnetta liikkeen ja näön välillä virtuaalisessa todellisuudessa, joka voi aiheuttaa voimakasta kyberpahoinvoinnin tunnetta käyttäjässä. (Palmisano ym., 2020) mukaan viive kypärässä aiheuttaa sen, että käyttäjän pään asento on eri todellisuudessa ja virtuaalisessa todellisuudessa. Päiden eri asento johtaa konfliktiin informaatiossa liikkeen ja näön välillä, joka aiheuttaa pahoinvoinnin tunteen.

3.3.1 Eroavat tekijät yksilöiden välillä

Virtuaaliselle todellisuudelle altistuminen voi johtaa kyberpahoinvoinnin tunteeseen. Kyberpahoinvoinnin tuntemisen mahdollisuus ei kuitenkaan ole sama kaikille yksilöillä. Tekijöillä kuten henkilön iällä, sukupuolella ja taustalla voi olla vaikutus kyberpahoinvoinnin tuntemisen todennäköisyyteen.

Naiset tuntevat kyberpahoinvointia todennäköisemmin kuin miehet VR-laitteita käyttäessä (Munafò ym., 2017) & (Stanney ym., 2020). Syyt tähän voivat löytyä monista eri tekijöistä, mutta yksi suurimmista tekijöistä on, että naiset ovat myös miehiä herkempiä liikepahoinvoinnille. Liikepahoinvoinnin ja kyberpahoinvoinnin lähteet ovat samat, joten herkkyys liikepahoinvoinnille voi johtaa myös herkkyyttä kyberpahoinvoinnille. (Munafò ym., 2017) & (Stanney ym., 2020) suorittivat testejä

testiryhmien kanssa, jotka koostuivat keski-ikäisistä miehistä sekä naisista. Kaikkia osallistujia kehoitettiin suorittamaan samat aktiviteetit virtuaalisen todellisuuden sisällä käyttäen VR-kypärää. Molempien testeissä suurempi määrä naisia koki kyberpahoinvointia enemmän kuin miehet. (Stanney ym., 2020) kuitenkin löysivät testeissään toisen suuren syyn kyberpahoinvoinnin tunteelle. Syyksi esiintyi miesten ja naisten eroava Inter Pupillary Distance (IPD), mikä tarkoittaa välimatkaa ihmisen pupillien välillä. Välimatka vaihtelee hieman yksilöiden välillä. Välimatkalla on selkeä ero miesten ja naisten välillä ja miehillä se on keskimäärin suurempi. Testeissä löydettiin, että naisten pienempi IPD ei sopinut yhtä hyvin VR-kypärän käyttämiseen kuin miesten, joka oli suuri tekijä naisten tuntemassa kyberpahoinvoinnissa. Kun IPD saatiin säädettyä sopivaksi osalle naispuolisista osallistujista, he kokivat kyberpahoinvointia samankaltaisesti kuin miehet. (Davis ym., 2015) mukaan IPD:n säätäminen virtuaalikipärästä on tärkeää virtuaalikipärän stereoskooppisten näyttöjen takia, jotka näyttävät käyttäjän molemmille silmille hieman toisistaan eroavan kuvan toimiakseen. Naisilla on myös suurempi näkökenttä, kuin miehillä. Suuremman näkökentän takia naiset voivat havaita välkymistä helpommin virtuaalisessa ympäristössä, jolloin he ovat alttiimpia kyberpahoinvoinnille. Tutkimukset ovat myös osoittaneet, että naisten hormonit voivat vaikuttaa kyberpahoinvoinnille alttiuteen (Davis ym., 2015). (Stanney ym., 2020) kehottaa, että VR-kypärät tulisi suunnitella uudestaan isommalla IPD säätömahdollisuudella, jotta kyberpahoinvointia voitaisiin vähentää naispuolisilla käyttäjillä.

Yksilöiden eroavalle kyberpahoinvoinnin herkkyydelle on lukuisia mahdollisia syitä. Syyinä voi esimerkiksi toimia psykologiset erot yksilöiden tasapaino ja somatosensoristen järjestelmien välillä. Jotkut ihmiset esimerkiksi reagoivat eri tavalla visuaaliseen stimuluseseen somatosensorisesta järjestelmästä kuin toiset, tai luonnollisesti eivät ole yhtä riippuvaisia siitä, jolloin he eivät ole yhtä alttiita kyberpahoinvoinnille. Jotkut puolestaan ovat enemmän riippuvaisia siitä, jolloin he ovat suuremmissa riskissä kyberpahoinvoinnin tunteelle (Jasper ym., 2020). Myös tekijät, kuten yksilön sairaudet tai muut fyysiset kuntoon vaikuttavat tekijät, kuten esimerkiksi väsymys, krapula tai flunssa lisäävät alttiutta kyberpahoinvoinnille. Lisäksi yksilöt, jotka ovat alkoholin tai huumeiden vaikutuksen alaisena virtuaalitentodellisuuden kokemuksen aikana voivat olla alttiimpia kyberpahoinvoinnille (Davis ym., 2015).

Myös iän vaikutusta kyberpahoinvointiin on tutkittu ja tulokset eivät ole olleet yksimielisiä. On väitetty, että alle 12-vuotiaat lapset ovat herkimpiä kyberpahoinvoinnille ja herkkyys laskisi lasten kasvaessa 12-vuotiaasta eteenpäin nopeasti. (Davis ym., 2015) mukaan 2–12 ikäiset lapset ovat kaikkein herkimmissä iässä ja lasten kasvaessa 12-vuotiaasta yli 21-vuotiaaksi alttiuus laskee nopeasti. Toisessa testissä kuitenkin testattiin 46 alle 12-vuotiaasta lasta ja todettiin muuta. Testiin osallistujat pelasivat tunnin verran lentopeliä virtuaalisen todellisuuden sisällä ja testin tuloksena todettiin lasten kestävän virtuaalitodellisuutta hyvin ilman sivuvaikutuksia. Myös vanhusten on väitetty olevan herkimpiä kyberpahoinvoinnille virtuaalitodellisuudelle altistuessa. Toinen testi oli kuitenkin eri mieltä testaten 78 vanhusta ja todeten kyberpahoinvoinnin olevan vanhusten kesken minimaalista. Sukupuolieroihin verrattuna iän vaikutusta kyberpahoinvointiin on tutkittu hyvin vähän (Tian ym., 2022).

Kokemusta videopelien kanssa ja virtuaalisen todellisuuden kanssa on tutkittu tekijänä, joka voi vaikuttaa pahoinvoinnin tunteen alttiuteen. (Tian ym., 2022) mukaan jotkin tutkimukset ovat osoittaneet, että kokeneemmat videopelaajat ja VR-pelaajat eivät tunne kyberpahoinvointia yhtä helposti. (Palmisano & Constable, 2022) mukaan toistuva altistuminen virtuaaliselle todellisuudelle voi vähentää kyberpahoinvoinnin tuntemista. Tämäkään ei kuitenkaan ole ollut yksimielistä, sillä (Tian ym., 2022) mukaan osa

tutkimuksista eivät ole löytänyt linkkiä VR- tai videopelikokemuksen ja kyberpahoinvoinnin välillä. Osa tutkimuksista ovat myös raportoineet tulosten olevan epäkonsistenttejä.

(Guna ym., 2019) tehneessä tutkimuksessa huomattiin ihmisten, jotka pitävät adrenaliini harrastuksista kokevan vähemmän kyberpahoinvointia virtuaalisen todellisuuden sisällä jopa visuaalisesti intensiivisissä kohtauksissa.

3.3.2 Syventymisen taso

Kyberpahoinvoinnin relaatiota virtuaalisen todellisuuden immersion tason kanssa on tutkittu. (Martirosov ym., 2022) tutkimuksessa testattiin 89 osallistujaa iältään 19–36. Osallistujat jaettiin kolmeen eri ryhmään ja jokaista ryhmää testattiin eri immersion tasolla. Pienimmän immersion tasolla osallistujia testattiin normaalilla tietokoneen monitorilla. Keskimmäisen immersion tasolla osallistujia testattiin CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) -huoneessa, jossa immersion luotiin stereoskooppisilla projektoreilla. Suurimman immersion tasolla osallistujia testattiin VR HMD:llä. SSQ-kyselyä käytettiin kartoittamaan käyttäjien kyberpahoinvoinnin taso. Tutkimuksen tuloksina huomattiin, että suurimman immersion ryhmällä tuli eniten ongelmia kyberpahoinvoinnin kanssa.

3.3.3 VR mediatyypin ja sisällön vaikutus

(Guna ym., 2019) tutkivat onko VR-videon sisällöllä vaikutusta käyttäjän kyberpahoinvoinnin tuntemiseen. He tekivät tutkimuksen 26 osallistujan kanssa. Kaikki osallistujat katsoivat kaksi videota, joissa oli eri sisältö. Videot katsottiin TV-näytön sekä eri VR-kypärien kautta. Kyberpahoinvointia mitattiin osallistujilta SSQ-kyselyllä ja heidän sormissansa sijaitsevilla sensoreilla, jotka mittasivat heidän ihonsa sähkönjohtavuutta, lämpötilaa, hengitystä ja sydämen sykettä. Tulokset osoittivat, että VR-videon laadulla oli merkitystä kyberpahoinvoinnin kannalta. Lisäksi pahoinvointia tunnettiin huomattavasti vähemmän TV-ruutua katsellessa verrattuna VR-katseluun.

(Saredakis ym., 2020) mukaan VR-median sisällöllä on merkittävä vaikutus käyttäjän kyberpahoinvoinnin tuntemiseen. Heidän testissäänsä tutkittiin neljää eri laatuista VR-mediaa, joita oli käytetty muissa tutkimuksissa. Tutkittavat mediat olivat 360-videot, pelit, minimalistiset mediat ja maisemalliset mediat. Tutkittavista medioista pelit aiheuttivat eniten kyberpahoinvointia käyttäjissä. Toiseksi eniten kyberpahoinvointia aiheutti 360-videot. Kolmanneksi eniten pahoinvointia tuotti minimalistinen media ja vähiten maisemallinen media.

Kuten VR-median sisällöllä, myös VR-pelin tyypillä on vaikutusta kyberpahoinvointiin. (Shafer ym., 2019) mukaan kyberpahoinvointi vaihtelee suuresti pelien välillä riippuen siitä, kuinka paljon eri aistimuksellista konfliktia pelissä on. Vähemmän sensorista konfliktia löydettiin lentosimulaattoreista ja kolmannen persoonan tasohyppelypeleistä. Nämä pelit aiheuttivat myös vähemmän kyberpahoinvointia. Enemmän aistimuksellista konfliktia aiheutui peleistä, kuten ensimmäisen persoonan ampumipelit. Nämä pelit myös aiheuttivat enemmän kyberpahoinvointia käyttäjissä.

VR-mediatyypin ja kyberpahoinvoinnin kannalta (Davis ym., 2015) mukaan käyttäjän kontrollin tasolla virtuaalisesta ympäristöstä on suuri vaikutus kyberpahoinvoinnille alttiuden tasoon. Käyttäjillä, joilla on suurempi määrä kontrollia virtuaalisesta

ympäristöstä pystyvät paremmin ennakoimaan eri virtuaalisen kokemuksen aikana tapahtuvia liikkeitä. Parempi kyky ennakoida liikkeitä puolestaan vähentää kyberpahoinvoinnille alttiutta käyttäjissä. Käyttäjät, jotka puolestaan kokevat VR-median, jossa heillä ei ole yhtä suurta mahdollisuutta kontrolloida VR-ympäristöä, ovat alttiimpia kyberpahoinvoinnille, sillä heidän on vaikeampi ennakoida VR-ympäristössä tapahtuvia liikkeitä.

(Widdowson ym., 2021) testasivat testissään, onko virtuaalisen ympäristön sisällä tapahtuvan liikkeen tyylillä vaikutusta kyberpahoinvointiin. Hypoteesina oli, että tasainen liikkeen nopeus olisi käyttäjälle mukavampaa, eikä aiheuttaisi yhtä paljon kyberpahoinvointia. Hypoteesia testattiin kolmella eri nopeusprofiililla: tasaisella, kiihtyvällä ja polynomisella. Lisäksi jokaista nopeusprofiilia testattiin suoralla sekä ympyränmuotoisella liikeradalla. Tasaisessa nopeusprofiilissa nopeus pysyi koko ajan samana, paitsi alussa ja lopussa, jossa nopeus kiihtyi hyvin nopeasti ja laski hyvin nopeasti. Kiihtyvässä profiilissa nopeus kiihtyi tasaisesti. Polynomisessa profiilissa kiihtyvyys seurasi kolmannes asteen polynomista käyrää, jolloin se vaihteli. Lopputuloksena todettiin, että eri liike profiileilla ei ollut vaikutusta käyttäjän kokemaan kyberpahoinvointiin.

Myös VR-median grafiikoiden tyylin vaikutusta kyberpahoinvointiin on tutkittu. (Davis ym., 2015) luomassa testissä käyttäjiä testattiin kahdella eri virtuaalisella vuoristoradalla. Toisessa vuoristoradassa käytettiin huomattavasti realistisemmän tyylisiä grafiikoita kuin toisessa. Testin tuloksena todettiin, että realistisemmän virtuaalisen vuoristoradan kokeneet käyttäjät tunsivat huomattavasti enemmän kyberpahoinvointia. Syynä todettiin realististen ja samalla monimutkaisempien grafiikoiden aiheuttavan enemmän visuaalista stimulusta, joka puolestaan aiheutti enemmän kyberpahoinvointia. (Pouke ym., 2018) ovat kuitenkin asiasta eri mieltä. Heidän testissään käyttäjät kulkivat saman ennalta ohjelmoidun reitin virtuaalisen todellisuuden sisällä. Reitin nopeus oli rento kävelyvauhti ja sen kulkeminen kesti 15 minuuttia. Käyttäjät eivät voineet itse liikkua reitillä, mutta pystyivät katsomaan ympärillensä reitin aikana. Samasta reitistä oli kaksi eri versiota, jossa toinen versio oli paljon realistisempi kuin toinen. Testin tuloksena todettiin realististen grafiikoiden vaikutuksen kyberpahoinvointiin olevan minimaaliset.

3.4 Kyberpahoinvoinnin ennustaminen yksilön asennosta

Tutkimusten mukaan yksilöiden kehon asennosta pystyy ennustamaan henkilöt, jotka tulevat todennäköisemmin tuntemaan visuaalisesta liikkeestä johtuvasta liikepahoinvoinnista. (Arcioni ym., 2019) tutkivat, että pystyykö samalla periaatteella ennustamaan myös kyberpahoinvoinnin tapaukset. Testissä, jonka he loivat 20 osallistujan kanssa 10 osallistujaa kertoivat tuntevansa pahoinvointia. Testissä onnistuttiin ennakoimaan, ketkä osallistujista todennäköisesti tulevat tuntemaan kyberpahoinvointia heidän kehonsa asentoa seuraamalla.

4. Löydökset ja pohdinta

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää VR-tekniikan aiheuttaman kyberpahoinvoinnin syntyyn liittyviä tekijöitä. Tutkimuksessa selvitettiin VR-tekniikan taustaa ja historiaa, sekä virtuaalista todellisuutta konseptina. Tutkimuksessa löydettiin syitä kyberpahoinvoinnin syntymiselle ja mahdollisia hallitsemis- sekä ehkäisykeinoja. Selvitetiin myös kyberpahoinvoinnista johtuvat oireet ja eroavaisuudet liike- sekä simulaattori pahoinvoinnin kanssa.

Kyberpahoinvointi on ilmiö, joka häiritsee käyttäjien käyttökokemusta VR-laitteiden kanssa. VR-laitteiden yleistessä myös kyberpahoinvointi on yleistynyt ja sitä on tutkittu paljon (Garrido ym. 2022). Tutkimuksissa on käytetty yleisesti SSQ (Simulator Sickness Questionnaire) kyselymenetelmää pahoinvoinnin mittaamiseen (Kim ym., 2018). Kyberpahoinvoinnin oireisiin kuuluu kalpea iho, pahoinvointi, oksentelu, kylmä hiki, huimaus, päänsärky, lisääntyvä kuolaus ja väsymys (Rebenitsch & Owen, 2016).

Kyberpahoinvointia kuvataan kokoilmana epämukavuuden ja pahoinvoinnin tunteita, jotka yleisesti johtuvat virtuaalisen todellisuuden sisällä observoidusta liikkeestä (Garrido ym., 2022). Kyberpahoinvoinnin tuntemiselle syyllä virtuaalisen todellisuuden kokemuksen aikana on myös luotu monia eri teorioita, joista osa johtuvat yksilöstä ja osa VR-laitteistosta. Yleisimpiä ihmisestä johtuvia teorioita ovat aistikonfliktiteoria, ryhdin epävakausteoria ja myrkkysteoria (Garrido ym., 2022) sekä 'Rest frames' teoria ja silmäliiketeoria (Porcino ym., 2020).

Aistikonfliktiteoria selittää pahoinvoinnin johtuvan virtuaalisen todellisuuden aiheuttamasta konfliktista ihmisen tasapainoelimen, sisäkorvan ja näön välillä. Virtuaalisen todellisuuden sisällä tapahtuva liike saa silmät ja tasapainoelimen lähettämään ristiriitaisia informaatia yksilön aivoille. Silmät voivat kertoa aivoille yksilön olevan liikkeessä samalla kuin tasapaino eli kertoo yksilön oleva paikallaan. Aivojen vastaanottama ristiriitainen informaatia voi aiheuttaa pahoinvoinnin tunnetta yksilölle (Davis ym., 2015).

Ryhdin epävakausteoria selittää pahoinvoinnin johtuvan virtuaalisen todellisuuden sisällä tapahtuvista erilaisista visuaalisista vaihteluista, jotka aiheuttavat ryhdin epävakausta yksilölle. Visuaaliset vaihtelut tulevat virtuaalisen todellisuuden sisällä tapahtuvista eri liikkeistä, kuten pyörimisestä ja kiihtymisestä. Kontrasti näiden liikkeiden ja todellisuuden kanssa vähentää ihmisen ryhdin vakautta. Epävakaan ryhdin pitäminen puolestaan aiheuttaa pahoinvoinnin (Porcino ym., 2020).

Myrkkysteoria selittää virtuaalisen todellisuuden vaikuttavan tasapaino- ja näköelimiin samankaltaisesti kuin myrkytys. Aivot luulevat henkilön olevan myrkytetty, jolloin kehossa käynnistyy prosessit myrkytystä vastustamaan. Prosessit muodostavat mahassa toksisia aineita, jotka aiheuttavat pahoinvointia. Toksiksen aineiden on tarkoitus estää henkilöä nauttimasta enempää myrkytystä ja kannustamaan oksentamaan kehoon aikaisemmin joutuneen myrkytystä. Myrkkysteoriaa kutsutaan myös evoluutioteoriaksi (Garrido ym., 2022 & Porcino ym., 2020).

'Rest frames' teorian mukaan aivot erittelevät liikkuvat ja liikkumattomat esineet omiin kategorioihin. Liikkeen havaitsemiseksi aivot vertaavat liikkuvaa objektia liikkumattomaan objektiin. Teorian mukaan tämä aivojen tapa kategorisoida ja verrata objekteja aiheuttaa pahoinvointia yksilölle virtuaalisen todellisuuden sisällä. Silmänliike teoria puolestaan selittää pahoinvoinnin johtuva epänormaaleista silmän liikkeistä. Silmät yrittävät stabilisoida virtuaalisen todellisuuden sisällä olevaa kuvaa. Kuvan liikkeessa erillä tavalla mitä aivot olettavat tapahtuu epänormaaleja silmän liikkeitä, jotka johtavat kyberpahoinvoimisen tunteeseen (Porcino ym., 2020).

Ihmisen lisäksi VR kypärästä johtuvia syitä on tutkittu paljon (Garrido ym., 2022). Yksi pahoinvointiin vaikuttavista tekijöistä voi olla VR kypärän näkökenttä. Suuri näkökenttä voi auttaa käyttäjää immersioitumaan paremmin virtuaaliseen ympäristöön, mutta samalla se voi aiheuttaa helpommin kyberpahoinvointia. Pahoinvointia voi myös lisätä kypärän suuri viive tai matala kuvataajuus. Matala kuvataajuus väsyttää käyttäjän silmiä ja aiheuttaa päänsärkyä, sillä se saa näytöt välkkymään. Suuri viive puolestaan voi lisätä konfliktin tunnetta liikkeen ja näön välillä, joka voi aiheuttaa pahoinvointia. (Palmisano ym., 2020) mukaan viive kypärässä aiheuttaa sen, että käyttäjän pään asento on eri virtuaalisessa todellisuudessa ja todellisuudessa. Tämä aiheuttaa konfliktia näön ja liikkeen välillä, joka aiheuttaa pahoinvointia.

Yleisten teorioiden lisäksi on tutkittu paljon yksilöllisiä syitä kyberpahoinvoimisen tuntemiseen. Tutkittuihin yksilöllisiin tekijöihin kuuluvat sukupuoli, psykologiset erot yksilöiden tasapaino ja somatosensoristen järjestelmien välillä, sairaudet, muut fyysiseen kuntoon vaikuttavat tekijät, ikä ja kokemus videopelien ja virtuaalisen todellisuuden kanssa.

(Munafò ym., 2017) & (Stanney ym., 2020) mukaan naiset kokevat herkemmin kyberpahoinvointia, kuin miehet. Naiset ovat yleisesti herkempiä liikepahoinvoinnille. Lisäksi naisten (IPD) Inter Pupillary Distance eli välimatka silmien pupillien välillä on pienempi kuin miehillä. Naisten pienempi IPD ei sovi yhtä hyvin VR kypärän käyttöön kuin miehillä, joka aiheutti naisille enemmän kyberpahoinvointia. Naisilla on myös keskimäärin suurempi näkökenttä kuin miehillä, jonka ansiosta he ovat herkempiä pahoinvoinnille. Lisäksi naisten hormoneilla saattaa olla vaikutusta pahoinvointiin (Davis ym., 2015).

Iän vaikutusta kyberpahoinvointiin on tutkittu, mutta tulokset eivät ole olleet yksimielisiä (Davis ym., 2015) & (Tian ym., 2022). Sama on myös videopeli ja virtuaalisen todellisuuden kokemuksen tutkimusten kanssa, jossa tulokset ovat olleet eri mieltä aiheesta (Tian ym., 2022) & (Palmisano & Constable, 2022). Myös adrenaliini harrastusten vaikutusta kyberpahoinvoimisen tuntemiseen on tutkittu. Testien mukaan ihmiset, jotka pitävät adrenaliini harrastuksista kokivat vähemmän kyberpahoinvointia, jopa visuaalisesti intensiivisissä kohtauksissa (Guna ym., 2019).

Syventymisen tason vaikutusta on myös tutkittu. Testit osoittivat, että syventymisen tasolla on suora korrelaation kyberpahoinvoinnille alttiuteen. Mitä syventyneempi käyttäjä oli, sitä enemmän he kokivat kyberpahoinvointia (Martirosov ym., 2022). Syventymisen taso lisäksi eri VR media tyyppejä sekä media sisältöjä on testattu kyberpahoinvointi testeissä. (Guna ym., 2019) tutkivat onko VR-videon sisällöllä vaikutusta käyttäjän kyberpahoinvoinnin tuntemiseen. Tulosten mukaan VR videon laadulla oli vaikutusta kyberpahoinvoimiseen. (Saredakis ym., 2020) tutkivat eri media sisältöjen vaikutusta kuten 360-videoita ja VR pelejä. Tutkimusten mukaan pelit aiheuttivat eniten kyberpahoinvointia. Myös pahoinvointia eri pelien välillä on tutkittu. (Shafer ym., 2019) mukaan eniten kyberpahoinvointia aiheuttivat ensimmäisen persoona

ampumispelit ja vähemmän kolmannen persoona taso hyppely pelit ja lentosimulaattorit. Media tyyppien lisäksi (Davis ym., 2015) & (Pouke ym., 2018) tutkivat median grafiikoiden vaikutusta kyberpahoinvointiin. Testattiin realistisia ja monimutkaisempia grafiikoita yksinkertaisempia grafiikoita vastaan. Tuloksista oltiin lopputuloksena eri mieltä.

(Davis ym., 2015) mukaan käyttäjän kontrollin tasolla virtuaalisesta ympäristöstä on suurta vaikutusta kyberpahoinvoimisen tuntemiseen. Suuremmalla kontrollilla käyttäjä pystyy paremmin ennakoimaan eri liikkeitä virtuaalisen ympäristön sisällä, jolloin kyberpahoinvointille ei ole yhtä altis. (Widdowson ym., 2021) puolestaan tutkivat tarkemmin eri liikkeiden vaikutusta kyberpahoinvointiin. Tutkittiin tasaisia liikkeitä sekä kiihtyviä liikkeitä suoralla, sekä ympyrän muotoisella radalla. Lopputuloksena todettiin, että eri liikkeiden muodoilla ei ollut vaikutusta kyberpahoinvointiin.

Halusin tutkimuksessani tietää VR vaikutuksen laajuudesta ja vakavuudesta. Tutkimuksen jälkeen kuitenkin on minulle selvinnyt, että tarkan vastauksen saamiseksi, tarvittaisiin vielä enemmän tutkimusta. Tutkimuksissa on argumentoitu paljon molempiin suuntiin. Osa argumenteista kertoo kyberpahoinvoinnin esiintyvän yli puolilla käyttäjistä pitkien sivuvaikutusten kera. Toiset tutkimukset puolestaan raportoivat minimaalista kyberpahoinvointia samalaisilla testiryhmillä ja testiympäristöllä. En usko kyberpahoinvoinnin kaatavan VR-teknologiaa vaan siitä tulee yksi asia, jonka kanssa ihmisten vain tulee tulla toimeen kuten esimerkiksi matkapahoinvoinnista.

Tutkimuksen rajoitteena toimi kirjallisuuskatsauksen suppeus. Systemaattisella kirjallisuuskatsauksella kyberpahoinvoinnista ja sen aiheuttavista tekijöistä saisi kattavamman kuvan. Jatkotutkimuksena katsausta voisi laajentaa ottaen huomioon eri teorioita selvittäen käyttäjien eroavaisuuksia pahoinvoinnin kokemisessa.

5. Yhteenveto

Tutkimuksessa selvitettiin virtuaalitodellisuusteknologian aiheuttaman kyberpahoinvoinnin syntyyn liittyviä tekijöitä ja oireita sekä mahdollisia hallitsemis- sekä ehkäisykeinoja. Tutkimusmenetelmänä oli kirjallisuuskatsaus.

VR-teknoologiaan on investoitu paljon viime vuosikymmenen aikana. Investoimisen mukana myös tutkimusta on tehty paljon VR-teknologiasta. VR-teknologian mukana on myös tehty paljon tutkimusta kyberpahoinvoinnista sen muuttuessa yleisemmäksi ongelmaksi VR-laitteiden yleistyessä.

Kyberpahoinvointi on fakta, joka esiintyy VR-laitteiden kanssa. Kyberpahoinvointi aiheuttaa henkilössä epä mukavuuden tunnetta haitaten virtuaalisen todellisuuden kokemusta. Pahimmassa tapauksessa kyberpahoinvointi voi myös johtaa käyttäjän vahingoittumiseen. Kyberpahoinvoinnille alttius vaihtelee henkilöiden kesken ja sille löytyy paljon yksilöllisiä syitä. Syinä voivat toimia esimerkiksi henkilön tausta, kokemus VR-laitteiden tai -pelien kanssa ja monet muut yksilölliset syyt.

Yleisemmistä syistä on kehitetty monia eri teorioita. Yleisimpiä teorioita ovat konfliktiteoria, ryhdin epävakausteoria, myrkkysteoria, 'Rest frames' -teoria ja silmänliiketeoria. Lähtökohtana on kuitenkin se, että kyberpahoinvointi aiheutuu käyttäjän observoimasta virtuaalisen todellisuuden sisällä tapahtuvasta liikkeestä.

VR-median sisällöllä on huomattavat vaikutukset kyberpahoinvoinnin aiheuttamiseen. Enemmän sensori konfliktia aiheuttavat median sisällöt kuten pelit aiheuttavat enemmän kyberpahoinvointia ihmisissä.

Kyberpahoinvoinnista tulee tehdä vielä lisää tutkimusta. Lisäksi tulevaisuudessa tulisi käyttää mahdollisimman samanlaisia tutkimusympäristöjä ja -käytäntöjä konsistenttien tulosten saamiseksi. Jokainen muutos VR-laitteesta mittausmenetelmään voi vaikuttaa tuloksiin suuresti, jolloin saadaan toisten tutkimusten kanssa konfliktisia tuloksia.

Lähteet

- Arcioni, B., Palmisano, S., Apthorp, D., & Kim, J. (2019). Postural stability predicts the likelihood of cybersickness in active HMD-based virtual reality. *Displays*, 58, 3–11. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2018.07.001>
- Cipresso, P., Giglioli, I. A. C., Raya, M. A., & Riva, G. (2018). The past, present, and future of virtual and augmented reality research: A network and cluster analysis of the literature. *Frontiers in Psychology*, 9(NOV). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02086>
- Davis, S., Nesbitt, K., & Nalivaiko, E. (2015). *Comparing the onset of cybersickness using the Oculus Rift and two virtual roller coasters*.
- Denney, A. S., & Tewksbury, R. (2013). How to Write a Literature Review. *Journal of Criminal Justice Education*, 24(2), 218–234. <https://doi.org/10.1080/10511253.2012.730617>
- Garrido, L. E., Frías-Hiciano, M., Moreno-Jiménez, M., Cruz, G. N., García-Batista, Z. E., Guerra-Peña, K., & Medrano, L. A. (2022). Focusing on cybersickness: pervasiveness, latent trajectories, susceptibility, and effects on the virtual reality experience. *Virtual Reality*, 26(4), 1347–1371. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00636-4>
- Guna, J., Geršak, G., Humar, I., Song, J., Drnovšek, J., & Pogačnik, M. (2019). Influence of video content type on users' virtual reality sickness perception and physiological response. *Future Generation Computer Systems*, 91, 263–276. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.08.049>
- Jasper, A., Cone, N., Meusel, C., Curtis, M., Dorneich, M. C., & Gilbert, S. B. (2020). Visually Induced Motion Sickness Susceptibility and Recovery Based on Four Mitigation Techniques. *Frontiers in Virtual Reality*, 1. <https://doi.org/10.3389/frvir.2020.582108>
- Kim, H. K., Park, J., Choi, Y., & Choe, M. (2018). Virtual reality sickness questionnaire (VRSQ): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment. *Applied Ergonomics*, 69, 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.12.016>
- Lavalle, S. M., Yershova, A., Katsev, M., & Antonov, M. (2014). *Head Tracking for the Oculus Rift*.
- Martirosov, S., Bureš, M., & Zítka, T. (2022). Cyber sickness in low-immersive, semi-immersive, and fully immersive virtual reality. *Virtual Reality*, 26(1), 15–32. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00507-4>
- Munafo, J., Diedrick, M., & Stoffregen, T. A. (2017). The virtual reality head-mounted display Oculus Rift induces motion sickness and is sexist in its effects. *Experimental Brain Research*, 235(3), 889–901. <https://doi.org/10.1007/s00221-016-4846-7>
- Palmisano, S., Allison, R. S., & Kim, J. (2020). Cybersickness in Head-Mounted Displays Is Caused by Differences in the User's Virtual and Physical Head Pose. *Frontiers in Virtual Reality*, 1. <https://doi.org/10.3389/frvir.2020.587698>

- Palmisano, S., & Constable, R. (2022). Reductions in sickness with repeated exposure to HMD-based virtual reality appear to be game-specific. *Virtual Reality*, 26(4), 1373–1389. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00634-6>
- Porcino, T., Trevisan, D., & Clua, E. (2020). Minimizing cybersickness in head-mounted display systems: Causes and strategies review. *Proceedings - 2020 22nd Symposium on Virtual and Augmented Reality, SVR 2020*, 154–163. <https://doi.org/10.1109/SVR51698.2020.00035>
- Pouke, M., Tiir, A., Lavalle, S. M., & Ojala, T. (2018). *Effects of Visual Realism and Moving Detail on Cybersickness*.
- Rebenitsch, L., & Owen, C. (2016). Review on cybersickness in applications and visual displays. *Virtual Reality*, 20(2), 101–125. <https://doi.org/10.1007/s10055-016-0285-9>
- Saredakis, D., Szpak, A., Birkhead, B., Keage, H. A. D., Rizzo, A., & Loetscher, T. (2020). Factors associated with virtual reality sickness in head-mounted displays: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00096>
- Shafer, D. M., Carbonara, C. P., & Korpi, M. F. (2019). Factors affecting enjoyment of virtual reality games: A comparison involving consumer-grade virtual reality technology. *Games for Health Journal*, 8(1), 15–23. <https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0190>
- Stanney, K., Fidopiastis, C., & Foster, L. (2020). Virtual Reality Is Sexist: But It Does Not Have to Be. *Frontiers in Robotics and AI*, 7. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00004>
- Tian, N., Lopes, P., & Boulic, R. (2022). A review of cybersickness in head-mounted displays: raising attention to individual susceptibility. *Virtual Reality*, 26(4), 1409–1441. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00638-2>
- Widdowson, C., Becerra, I., Merrill, C., Wang, R. F., & LaValle, S. (2021). Assessing Postural Instability and Cybersickness Through Linear and Angular Displacement. *Human Factors*, 63(2), 296–311. <https://doi.org/10.1177/0018720819881254>