



Työterveyslaitos



FIRSTBEAT

RelaWorld - Työstressinhallinta 3D-ympäristössä

Loppuraportti

Simo Järvelä
Mikko Salminen
Antti Ruonala
Sampsa Puttonen
Ilkka Kosunen
Giulio Jacucci
Niklas Ravaja

[Tiivistelmä](#)

[Tausta](#)

[Stressi työelämässä](#)

[Rentoutumisharjoitteet](#)

[3d-virtuaalitekniologiat ja niiden vaikutukset](#)

[Psykofysiologia ja biosignaalien visualisointi](#)

[Hankkeen tavoitteet ja päämäärät](#)

[Hankkeen työvaiheet](#)

[RelaWorld-virtuaaliympäristö](#)

[Järjestelmäkuvaus](#)

[RelaWorld-virtuaaliympäristön bioadaptiivisuus](#)

[RelaWorld-virtuaaliympäristön toimintalogiikka](#)

[Psykofysiologinen laboriokoe RelaWorld-ympäristön käytön ja vaikuttavuuden tutkimiseksi](#)

[Menetelmät](#)

[Koeasetelma](#)

[Harjoitukset](#)

[Kyselyt](#)

[Mittaukset](#)

[Tulokset](#)

[Tulevat kehityssuunnat](#)

[Lähteet](#)

[Liitteet](#)

[Liite 1 Koehenkilöille jaetut ohjeet](#)

Tiivistelmä

Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet rentoutusmenetelmien tehostavan aivotoiminnan elpymistä ja stressinhallintaa. Tällaiset keinot eivät kuitenkaan juuri ole käytössä nykyisessä työelämässä. Perinteiset toteutustavat vaativat paljon omistautumista harjoittelulle ja niiden käyttöä ja vaikuttavuutta tehostavia menetelmiä ei ole tarjolla. Hankkeessa tutkittiin miten viimeisintä 3d-teknologialla toteutettua virtuaaliympäristöä voidaan hyödyntää rentoutumisharjoitusten tehostamisessa. 3d-teknologian mukaansatempaavuus tuottaa hyvin voimakkaan toisaallaolon kokemuksen ja nopea irtautuminen välittömästi arkiympäristöstä korostaa rentoutumisharjoitteiden vaikutuksia. Virtuaaliympäristö ja ulkoisten ärsykkeiden poissulkeminen mahdollistaa harjoitteiden teon omassa työpisteessä. Hankkeessa tavoitteena oli kehittää tutkimustulosten pohjalta virtuaaliympäristö, johon voi heittäytyä lyhyeksi hetkeksi kesken työpäivän suorittamaan rentoutumisharjoituksia. Kehitettävän ympäristön tarkoituksena on tehostaa harjoitteiden vaikutuksia, nopeuttaa niihin sisään pääsemistä, sekä alentaa käyttöönottokynnystä.

Aikaisempaan tutkimukseen pohjautuen hankkeessa kehitettiin 3D-virtuaaliympäristö, johon toteutettiin tässä hankkeen ensimmäisessä vaiheessa kehotietoisuus- sekä keskittyneen tarkkaavaisuuden harjoitukset. Näiden harjoitusten vaikuttavuutta tutkittiin laboratoriokeessa. Alkuperäiseen suunnitelmaan lisäksi ympäristöön kehitettiin EEG-bioadaptiiviseksi niin että ympäristön piirteet muuttuivat käyttäjän aivoaktiiviteetin mukaan. Kokeen aikana koehenkilöiden tuli tehdä harjoituksia joko 1) ilman virtuaaliympäristöä, 2) virtuaaliympäristössä, tai 3) virtuaaliympäristöä siten, että ympäristön toiminta mukautui koehenkilön aivoaktiiviteetin mukaan. Tämän bioadaptiivisuuden tarkoituksena oli tehostaa harjoituksen vaikuttavuutta saamalla käyttäjä uppoutumaan harjoitukseen voimakkaammin. Toisaalta adaptiivisuuden tarkoituksena oli myös toimia opastajana harjoituksen tekoon. Aivoaktiiviteetista analysoidun keskittymis- ja rentoutumistilan perusteella saattoi virtuaaliympäristössä nousta leijumaan.

Laboratoriokeksen tulokset osoittavat virtuaaliympäristön tukevan meditaatioharjoitusten suorittamista positiivisesti. Lyhyenä yhteenvetona voidaan todeta, että virtuaaliympäristössä läsnäolon tunne oli voimakasta, mikä helpotti harjoituksiin keskittymistä ja teki niistä tehokkaampia. Bioadaptiivisuus teki virtuaaliympäristöstä interaktiivisempaa mikä osaltaan vielä tehosti virtuaaliympäristön vaikutuksia. Keskittyneen tarkkaavaisuuden harjoitus, missä huomio kiinnitettiin virtuaaliympäristön piirteisiin, vaati enemmän keskittymistä koehenkilöitä.

Hankkeen seuraavissa vaiheissa laboratoriotesteissä todennetut vaikutukset voidaan todentaa aidossa toimistoympäristössä. Tavoitteena on vahvasti työterveyshuoltoon kytköksissä oleva järjestelmä, jolla edistetään aivojen ja kehon palautumista työpäivän taukojen aikana ja työjaksojen välillä.

Tausta

Stressi työelämässä

Työstressistä on tullut yhteiskunnallisten ja teknologisten muutosten sekä työelämän uusien vaatimusten myötä merkittävä työntekijän hyvinvointiin vaikuttava tekijä. Se rasittaa työyhteisöä heikentäen myös työn tuloksellisuutta. Noin kolmannes työkäisistä kokee työnsä henkisesti rasittavaksi ja lähes puolet kokee, että joutuu kiirehtimään melko usein tai usein suoriutuakseen työstään (Kauppinen, ym., 2010). Työstressi on myös yksi tämän päivän tärkeimmistä työhön liittyvien sairauksien aiheuttajista. Se, on todettu lisäävän yleisimpien kansansairauksien kuten sydän- ja verisuonisairauksien ja masennuksen riskiä (Kivimäki, ym., 2012).

Akuutista stressistä palautuminen on tullut viime vuosina merkittäväksi tutkimuksen ja vaikuttamisen kohteeksi. Tutkimukset ovat varsin johdonmukaisesti osoittaneet hidastuneen palautumisen liittyvän kohonneeseen riskiin sairastua erilaisiin sairauksiin ja ennustavan riskitekijöiden kohoamista (Heponiemi, ym. 2003). Pidempiaikainen voimakas tarve palautumiseen tai riittämätön palautuminen työstä ennustavat sairauspoissaoloja ja terveydentilan heikentymistä.

Työn muuttuessa yhä enemmän aivoilla tehtäväksi, ajasta ja paikasta riippumattomaksi keinot ja taidot irrottautua työstä ja palautua työtaukojen ja työkaksojen välillä nousevat keskeisiksi työkykyyn, hyvinvointiin ja elämänhallintaan vaikuttaviksi tekijöiksi. Haitallisen kuormittumisen välttämiseksi ja hyvän luovan työvireen säilyttämiseksi tarvitaan palauttavia hetkiä työpäivän aikana. Säännölliset tauot ovat tärkeitä paikallisen lihasväsymyksen, aivojen toimintakyvyn ja yleisen vireydenlaskun ehkäisyssä. Keinot saattavat olla erityisen hyödyllisiä iäkkäämpien työntekijöiden, pitkään ja epäsäännöllistä työtä tehtäessä sekä univaikeuksista kärsivien ryhmissä, joissa työstä palautumisen tiedetään olevan hitaampaa.

Rentoutumisharjoitteet

Vähentämällä stressin määrää pystytään ennaltaehkäisemään haitalliseen stressiin liittyviä seurannaisvaikutuksia hyvinvointiin. Esimerkiksi arvostetun Amerikan sydänyhdistyksen konsensuslausunnossa todettiin rentoutustekniikat suositeltaviksi keinoiksi verenpaineen hallintaan henkilöillä, joilla arvot ylittävät 120/80 mmHg (Brook, ym., 2013).

3d-teknologian kehittyminen on ollut viime vuosina nopeaa. Erilaisten 3d-teknologioiden avulla voidaan tuottaa voimakkaita ja mukaansatempaavia elämyksiä, joissa virtuaalimaailma kiinnittää kaiken huomion ja arkiympäristön unohtuu nopeasti (Bowman & McMahan, 2007). Hankkeen tavoitteena oli tutkia kuinka samaa ilmiö on valjastettavissa tukemaan rentoutumisharjoitusten tekoa keskellä kiireistä työpäivää tarjoamalla virtuaalinen tila, joka tukee ympäristöstä välitöntä irrottautumista.

Erilaisten rentoutumista ja keskittymiskykyä kehittävien harjoitteiden teho on todennettu aikaisemmissa tutkimuksissa (esim., Fjorback, ym., 2011). Esimerkiksi mindfulness-meditaatio on viime vuosina noussut suosituksi tavaksi harjoittaa omaa mieltään ja hallita stressiä. Sen periaatteita on menestyksellisesti yhdistetty mm. psykoterapeuttisiin vaikuttamiskeinoihin ahdistusongelmien, kipupotilaiden, depression (Hayes, ym., 2006, Praissman, 2008) sekä emotionaalisen hyvinvoinnin parantamisessa (Fledderus, ym., 2012). Näissä harjoitteissa tavoitteena on tietoinen läsnäolo juuri siinä hetkessä ja muiden mieleen nousevien ajatusten ja huolien sivuuttaminen. Nämä harjoitteet ovat tyypillisesti verraten lyhyessä ajassa kerrallaan (n. 5-15min) mutta toistuvasti suoritettavia mielikuvaharjoitteita, joissa tarkkaavaisuutta siirretään tietyn kaavan mukaan eri paikkoihin, joko ulkoisiin ärsykkeisiin, omaan kehoon tai tuntemuksiin. Harjoitusten vaikutukset perustuvat tavallisen rentoutumisen lisäksi toistuvan harjoittelun myötä kehittyvään kykyyn siirtää tarkkaavaisuutta ja siten poissulkea häiritseviä ja stressaavia ajatuksia (Chiesa ym., 2011; Moore ym., 2009) sekä muuttuneeseen kykyyn käsitellä negatiivisia ja kokea positiivisia tunteita (Fredrickson, ym., 2008). Erityisesti tarkkaavaisuuteen liittyviin prosesseihin on löydetty myös selkeitä fysiologisia vasteita mm. aivosähkökäyrästä (e.g. Moore ym., 2012).

Aktiivinen rentoutus, jolla aivojen ja kehon fysiologista palautumista kyetään työpäivän aikana nopeuttamaan, saattaa olla erityisen hyödyllistä iäkkäämpien työntekijöiden ryhmässä, jossa työstä palautumisen tiedetään olevan hitaampaa. Vähentämällä stressin määrää pystytään ennaltaehkäisemään haitalliseen stressiin liittyviä seurannaisvaikutuksia hyvinvointiin.

Rentoutumisharjoitteiden tekoa tukevia teknologisia ratkaisuja on olemassa, erityisesti mobiilisovelluksia kuten Oiva (<http://www.oivamieli.fi/>), joista on saatu hyviä kokemuksia pidemmässä käytössä. Näissä sovelluksissa ei kuitenkaan ole vahvempaa virtuaaliympäristön kokemuksellista tukea tai mitattujen biosignaalien visuaalista palautetta käyttäjälle.

3d-virtuaalitekniologiat ja niiden vaikutukset

3d-tekniologian kehittyminen on ollut viime vuosina nopeaa ja erityisesti peliala on hyvin kiinnostunut sen mahdollisuuksista tuottaa aiempaa voimakkaampia ja mukaansatempaavia elämyksiä, joissa virtuaalimaailma kiinnittää kaiken huomion ja arkiympäristön unohtuu nopeasti (Bowman & McMahan, 2007). Hankkeen tavoitteena oli tutkia, kuinka samaa ilmiö olisi valjastettavissa tukemaan rentoutumisharjoitusten tekoa keskellä kiireistä työpäivää.

Perinteisten mielenhallinta- ja rentoutusmenetelmien omaksuminen voi joillekin olla vaikeaa ja useimmille ja rentoutuneen tilan savuttaminen kuormittuneena on erityisen vaikeaa. Virtuaalinen tila, joka tukee ympäristöstä ja myös ajatuksista välitöntä irrottautumista tarjoutuu mahdollisuutena kehittää tätä kykyä, eikä se vaadi samalla tavalla yksilön ponnisteluja ja pitkäjänteistä harjoittelua/ opastusta kuin perinteiset menetelmät mikä on monelle käytön aloittamisen ja vakiintumisen este. Jo olemassa olevalla tekniologialla (esim. Oculus Rift, <http://www.oculusvr.com>) on virtuaalikokemus tuotavissa omaan työpisteeseen kustannustehokkaasti ilman, että vaaditaan erillistä sille omistettua lepoa huonetta toimistolta. Oculus Rift on helppokäyttöinen tietokoneeseen kytkettävä laite, jolla voidaan näyttää stereokuvaa koko käyttäjän näkökentän alueelle. Laite tunnistaa pään asennot ja siten varta

vasten luoduissa virtuaaliympäristöissä ympärilleen katselu on aidon tuntuista ja uppoutumisen kokemus on voimakas. Oculus Riftille voi tuottaa sisältöä vapaasti mm. suosituilla Unity-alustalla (<http://unity3d.com/>). Vaikka Oculus-laite on vielä beta-vaiheessa ja virallinen versio julkaistaan vuoden 2016 alkupuolella, on sille tehty jo lukuisia demoja ja sovituksia vanhoista peleistä. Joitakin myös rentoutumiseen tähtääviä ympäristöjä on myös kehitetty, esm. Unello Designin Waking Man (<http://oculusrift-blog.com/rifting-waking-man/2261/>) ja Eden River (<http://www.indiedb.com/games/eden-river-an-oculus-rift-relaxation-experience>). Näissä on hyödynnetty lähinnä rauhoittavaksi arveltua maisemointia, kuitenkin virtuaaliympäristöön voi myös sisällyttää harjoitteiden suorittamista tukevia rakenteita ja ohjeistusta, sekä palautetta käyttäjän omasta kehollisesta tilasta ja harjoituksen etenemisestä visualisoimalla käyttäjältä mitattavia biosignaaleja.

Psykofysiologia ja biosignaalien visualisointi

Psykofysiologisilla menetelmillä kyetään mittaamaan hyvin tarkasti kehollisia reaktioita ihon pinnalle kiinnitettävillä antureilla. Näin mitatut signaalit kertovat esimerkiksi henkilön emotionaalisesta tilasta, tarkkaavaisuudesta ja kognitiivisista toiminnoista, sekä stressistä. Mitattaviin signaaleihin kuuluvat mm. sydänkäyrä (EKG), aivosähkökäyrä (EEG), ihon sähkönjohtavuus (EDA) ja kasvonlihaselektromyographia (fEMG). Nämä menetelmät antavat ajallisesti tarkkaa (millisekunteja) dataa koko käyttökokemuksen ajalta ja pystyvät tavoittamaan myös käyttäjien tiedostamattomia reaktioita (Caccioppo, ym., 2007). Psykofysiologia menetelmänä ei kärsi tietyistä itseraportointeihin liittyvistä luotettavuusongelmista (mm. taipumus vastata sosiaalisesti suotuisalla tavalla). Psykofysiologian rinnalla itseraportoinneilla kartoitetaan sekä taustamuuttujia, persoonallisuuspiirteitä että välittömään tunne- ja käyttökokemuksiin liittyviä muuttujia. Laboratoriossa näiden menetelmien avulla kyetään itseraportointien tukemana todentamaan ja vertailemaan erilaisten rentoutumisharjoitteiden ja virtuaaliympäristöjen vaikutuksia.

Kun näitä samoja signaaleja mitataan ja prosessoidaan reaaliaikaisesti harjoitteita tehdessä, voidaan niistä saadun informaation avulla antaa palautetta käyttäjälle hänen omasta tilastaan. Erilaiset tavat visualisoida mitattuja biosignaaleja tarjoavat käyttäjälle helposti ja intuitiivisesti ymmärrettävän keinon saada välitöntä palautetta omasta tilastaan ja harjoitteiden etenemisestä. Palaute tekee käytöstä palkitsevampaa ja alleviivaa rentoutumisharjoitteiden sekä välittömiä että pitkän aikavälin vaikutuksia.

Viime aikoina myös kuluttajien ulottuville on tullut merkittävä määrä laitteita, joilla omia biosignaaleja voidaan mitata. Fyysisen harjoittelun tueksi erilaisia sykevöitä on ollut jo pidempään, mutta nykyään saatavilla myös kehittyneempiä sydänkäyräanalyysseja tarjoavia laitteita, esim. Firstbeat (<http://www.firstbeat.fi/>) ja Omegawave (<https://omegawave.com/>). Myös ihon sähkönjohtavuutta ja aivosähkökäyrää mittaavia laitteita hyödynnetään mm. pelaamisessa, esim. Emotiv (<http://emotiv.com/>). Markkinoilla on myös kuluttajille suunnattuja biosignaalien mittaamista ja visualisointia hyödyntäviä laitteita, joilla on tarkoitus tukea meditaatiota, esim. Wild Divine (<http://www.wilddivine.com/>). Näitä ei kuitenkaan ole toistaiseksi yhdistetty

virtuaalitekнологiaan toisiaan tukevaksi kokonaisuudeksi tai niiden yhteisvaikutusta tutkittu kunnolla

Hankkeen tavoitteet ja päämäärät

Suomalaisessa yhteiskunnassa työolot ovat muuttuneet hyvin toimistopainotteisiksi ja työssä koettu stressi on kasvussa. Toisaalta Suomi on monessa mielessä teknologisen kehityksen kärkimaita ja täällä otetaan uudet tekniset ratkaisut verraten nopeasti käyttöön, ja sitä kautta niillä on suuri merkitys työkuulttuurin kehittämisessä. Stressihallintaan tarkoitetut ratkaisut, mikäli ne saadaan riittävän laajalti käyttöön, muuttavat merkittävästi työkuulttuuria ja elinkeinoelämää mahdollistaen paremman työssäjaksamisen, millä on pidemmällä aikavälillä suoria vaikutuksia hyvinvointiin sekä kilpailukykyyn.

Pitkän aikavälin tavoitteena on kyetä tuottamaan helposti lähestyttävä ja omaksuttava, tehokas teknologialähtöinen työväline stressinhallintaan, joka on sovitettavissa modernien työntekijöiden hyvinvoinnista kiinnostuneiden yritysten toimistoratkaisuihin, joka on suunnattu erityisesti tietotyötä tekeville toimistotyöläisille. Työterveyssektorilla stressioireiden hoitaminen ja ennaltaehkäisy ovat nykypäivän keskeisiä kysymyksiä. Virtuaaliympäristö ja luodut sovellukset ovat hyvinvoinnin edistämisen ja stressinhallinnan konkreettisia työkaluja, joiden kysyntä työmarkkinoilla on nousussa ja muodostavat pohjan liiketoiminnalle. Tällä sektorilla toimivat ratkaisut ovat myös keskeisiä yrityksen pitkän aikavälin kannattavuuden kannalta, mikä alleviivaa hankkeen tavoitteiden strategista ulottuvuutta. Tutkimustyötä tarvitaan, jotta voidaan löytää ne perusperiaatteet joiden pohjalta voidaan kehittää optimaalisesti toimiva virtuaaliympäristö joka tukee harjoitteiden tekoa. Ilman tutkimusta emme tiedä mitkä virtuaalimaailman piirteet ja toteutustavat tukevat harjoitteiden tekoa ja mitkä ovat pikemminkin haitallisia. Toisaalta emme myöskään tiedä mitkä olemassa olevista lukuisista harjoitusmuodoista soveltuvat parhaiten virtuaaliympäristössä suoritettaviksi.

Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet rentoutusmenetelmien tehostavan aivotoiminnan elpymistä ja stressinhallintaa. Tällaiset keinot eivät kuitenkaan juuri ole käytössä nykyisessä työelämässä. Perinteiset toteutustavat vaativat paljon omistautumista harjoittelulle ja niiden käyttöä ja vaikuttavuutta tehostavia menetelmiä ei ole tarjolla. Hankkeessa tutkitaan miten viimeisintä 3d-teknologialla toteutettua virtuaaliympäristöä voidaan hyödyntää rentoutumisharjoitusten tehon ja omaksuttavuuden parantamisessa.

Hankkeen tavoitteena on löytää uusia tapoja tukea työssäkäyvien ihmisten stressinhallintakykyä toisaalta 3d-virtuaalitekнологialla ja toisaalta hyödyntämällä biosignaaleja mittaamalla saatua tietoa käyttäjän kehollisesta tilasta. Jatkohankkeen tavoitteena olisi kehittää tutkimustulosten pohjalta yksilöllisiin eroihin sopeutuva virtuaaliympäristö, mihin heittäytyä lyhyeksi hetkeksi kesken työpäivän suorittamaan rentoutumisharjoituksia joka tehostaa harjoitteiden vaikutuksia, nopeuttaa niihin sisään pääsemistä, sekä alentaa käyttöönottokynnystä. Lisäksi jatkohankkeessa erittäin keskeisessä roolissa on järjestelmän vaikutusten testaaminen laboratorion ulkopuolella arkielämän kontekstissa, sekä uusien virtuaaliympäristön ominaisuuksien hyödyntäminen ja tutkiminen. Työterveyden ja työkyvyn

ylläpidon näkökulmasta tällainen järjestelmä voisi olla osana työterveyspalveluita, joilla pyritään ennaltaehkäisemään työperäistä stressiä ja kehittämään stressinhallintakykyä.

Rentoutumisharjoitteiden positiiviset vaikutukset hyvinvointiin ja stressinhallintaan tunnetaan, mutta sitä ei ole tutkittu miten niitä voitaisiin virtuaaliteknologialla ja biofeedbackilla tukea ja tehostaa. Hankkeen tuottama tutkimustulos rentoutumisharjoitteista eri virtuaaliympäristöissä mahdollistaa kokonaisuuden kehittämisen, jota voidaan hyödyntää työstressin hallinnassa tietotyöläisten parissa. Kehitettävä alustan on tarkoitus hankkeen jatkovaiheiden myötä yhdistää kokoelma erilaisia virtuaaliympäristöjä ja harjoitteita, sekä biosignaalien tuottamaa dataa, jolla annetaan edistyneempää visuaalista palautetta käyttäjälle harjoitteiden etenemisestä ja lopputuloksesta. Ympäristöstä on tavoitteena tehdä myös mitattuihin biosignaaleihin aidosti ja toimivasti adaptoituva, jolloin se huomioi käyttäjän sen hetkisen tilan dynaamisesti. Sekä adaptiivisuus biosignaaleihin että niiden visualisointi intuitiiviseksi vaativat uusien algoritmien kehittämisestä ja yhdistämistä virtuaaliympäristöön. Virtuaalitalan jakaminen toisen käyttäjän kanssa ja sen vaikutukset rentoutumisharjoitteiden suorittamiseen on myös uusi kehityssuunta, josta ei toistaiseksi ole kunnollista tutkimustietoa.

Pitkän aikavälin tavoitteena on kyetä tuottamaan helposti lähestyttävä ja omaksuttava, tehokas teknologia- ja työväline stressinhallintaan, joka on sovitettavissa modernien työntekijöiden hyvinvoinnista kiinnostuneiden yritysten toimistoratkaisuihin. Työterveyssektorilla stressioireiden hoitaminen ja ennaltaehkäisy ovat nykypäivän keskeisiä kysymyksiä. Virtuaaliympäristö ja luodut sovellukset ovat hyvinvoinnin edistämisen ja stressinhallinnan konkreettisia työkaluja, joiden kysyntä työmarkkinoilla on nousussa ja muodostavat pohjan liiketoiminnalle. Tällä sektorilla toimivat ratkaisut ovat myös keskeisiä yrityksen pitkän aikavälin kannattavuuden kannalta, mikä alleviivaa hankkeen tavoitteiden strategista ulottuvuutta.

Hankkeen työvaiheet

Hankkeen aluksi tehtiin kartoitus erilaisista mindfulness ym. meditaatioharjoituksista ja niiden teoreettisista taustoista ja eroista. Tämän pohjalta niiden soveltuvuutta toteutettavaksi virtuaalimaailmassa arvioitiin. Samalla perehdyttiin laajasti olemassaolevaan tieteelliseen tutkimukseen meditaation vaikutuksista. Tämän työn pohjalta valittiin hankkeen laboratoriokeessa testattavat harjoitteet.

Hankkeen ydinajatusta virtuaaliympäristössä tapahtuvasta mindfulness-harjoitteista työstressin hallintakeinona on ideoitu eri alojen asiantuntijoiden kanssa, joilta on saatu arvokasta näkemystä ja ideoita toteutukseen. Professori Giulio Jacucci (HIIT) interaktiosuunnittelun asiantuntijana, Sampsa Puttonen (Työterveyslaitos) työstressin asiantuntijana ja Markus Neuvonen (Filosofian Akatemia) mindfulness-harjoitusten asiantuntijana ovat kukin tuoneet oman panoksensa hankkeeseen. Yhteistyö oman tutkimusryhmän ulkopuolelle on ollut mielenkiintoista ja antanut varmuutta hankkeen ydinajatusten toimivuudesta.

Kehitystyön alkuvaiheissa lähdettiin kehittämään paria erilaista vaihtoehtoa virtuaaliympäristöksi. Ne kehitettiin prototyyppitasolle niin että niiden käyttöä voitiin testata ja arvioida mikä niistä olisi parhaiten soveltuva valituille harjoituksille. Kahdeksi pääasialliseksi

vaihtoehdoksi muodostui luonnollista ympäristöä jäljittelevä merenrantaympäristö, johon lopulta päädyttiin, sekä rakennettu avara temppeleimäisempi rakennelma. Ympäristöä ja sen erilaisia ominaisuuksia testattiin jatkuvasti iteratiivisen kehitystyön lomassa.

Varsinaisen ympäristön lisäksi on kehitettiin biosignaaliadaptaation toteutus. Erityisenä haasteena oli löytää sellainen tapa käsitellä signaalia joka säilyttäisi keskeisen mitattavan informaation niin että adaptaatio todella liittyisi keskittymisen muutokseen, kuitenkin niin että vaikutukset skaalautuvat ympäristössä mielekkäällä tavalla kaikille käyttäjille. Jatkohankkeessa jonkinlaisen dynaamisen skaalauksen suunnittelu ja toteutus parantaa ympäristön käytettävyyttä.

Kehitystyötä jatkettiin läpi hankkeen siihen pisteeseen kunnes laboratoriomittaukset oli aloitettava, jonka jälkeen mitään muutoksia ympäristöön ei enää voitu tehdä, jotta kokeessa kaikki koehenkilöt käyttivät samaa versiota virtuaaliympäristöstä.

RelaWorld-virtuaaliympäristö

Järjestelmäkuvaus



Oculus Rift 3d-lasit.

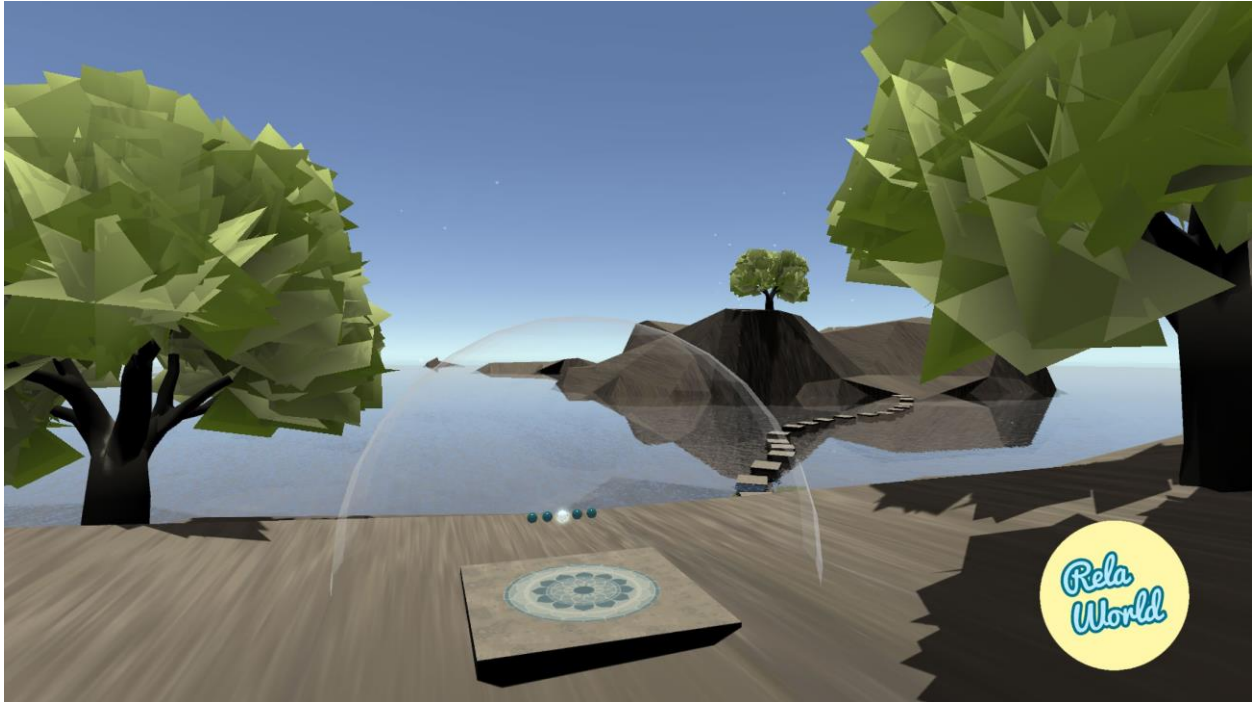
Virtuaaliympäristössä rentoutumisharjoitteiden suorittaminen vaatii luonnollisesti laitekokonaisuuden, jolla se on mahdollista. RelaWorld –kokonaisuuteen kuuluvat seuraavat osat:

- Oculus Rift 3d-lasit, <http://www.oculusvr.com>.
- Tietokone. Ohjelma on verraten kevyt eikä aseta erityisiä vaatimuksia sitä pyörittävälle tietokoneelle, joten yrityksissä toimistokäytössä jo valmiiksi olemassa olevat koneet riittävät.
- RelaWorld-ohjelma. Ohjelma koostuu virtuaaliympäristöstä ja ohjeistuksista harjoitusten tekemiseen. Ohjelmaan kuuluu myös moduuli, joka käsittelee ja visualisoi käyttäjältä mitattuja biosignaaleja.

- Kuulokkeet. Kuulokkeiden tarkoitus on tarjota virtuaalikokemusta äänimaisema, ja mahdollisesti myöhemmissä vaiheissa myös auditiivista palautetta käyttäjän kehollisesta tilasta. Keskeisesti ne myös eristävät ulkoiset häiriöäänet ja mahdollistavat irrottautumisen arkiympäristöstä.
- Psykofysiologiset mittalaitteet ja mahdollisesti niihin liittyvät tietokoneet. Hankkeen ensimmäisessä vaiheessa laboratoriokokeessa käytetään tutkimuskäyttöön suunniteltua mittalaitetta, jotta erittäin pienet aivovasteet saadaan mahdollisimman tarkasti kartoitettua. Hankkeen seuraavassa vaiheessa käytetään kuluttajille suunnattuja, halpoja, mittalaitteita, esim. aivosähkökäyrää mittaava Emotiv (<http://emotiv.com/>) maksaa tällä hetkellä 399\$.

Tässä hankkeen ensimmäisen vaiheen kokeessa sovellus käyttää QuickAmp-vahvistinta (BrainProducts GmbH., Germany) aivosähkökäyrän mittaamiseen. Psykofysiologinen signaali lähetetään vahvistimeen kytketyltä mittaustietokoneelta reaaliajassa eteenpäin käyttämällä OpenVibe-rajapintaa. Aivosähkökäyrä-signaalista laskettiin theta- (4-6 Hz) ja alfa-taajuuskaistojen (8-12 Hz) tehojen arvot. Keskimääräiset taajuuskaistojen arvot määritettiin 100 ms jaksoille ja lopulliset arvot lähetettiin TCP-yhteyden avulla toiselle tietokoneelle, jossa Unity3D-ympäristö käytti arvoja virtuaaliympäristön adaptiivisuuden toteuttamiseen.

Tässä hankkeen ensimmäisessä vaiheessa toteutettiin virtuaaliympäristöstä yksi versio, jossa voi tehdä kahta erilaista harjoitusta. Valitsimme tähän vaiheeseen keskitetyn tarkkaavaisuuden harjoituksen sekä kehotietoisuusharjoituksen. Virtuaaliympäristö kuvasi rantanäkymää, jossa vesi aaltoili rauhallisesti ja tuuli hiljalleen heilutti puiden lehtiä. Edessä näkyi saari ja sinne johtava kivipolku. Käyttäjä oli alustalla, joka saattoi nousta lentoon, mikäli päästiin (aivosähkökäyrästä määritetysti) oikeanlaiseen rentoutuneeseen tilaan. Alusta nousi lentoon samaa tahtia; tämän tarkoituksena oli vähentää mahdollista noususta johtuvaa huimausta. Lähistöllä olevat puut taas helpottivat leijumiskorkeuden arvioinnissa. Lisäksi valppaan keskittynyt tila sai aikaan ympäristön hienouden vaalenemisen (fading) ja tämän ollessa huipussaan kohosi ilmassa kirkkaita tähdenlentoja. Tavoitteena siis oli päästä rentoutuneen keskittyneeseen tilaan, joka ilmeni virtuaaliympäristössä leijumisena ja häivytyseffektillä.

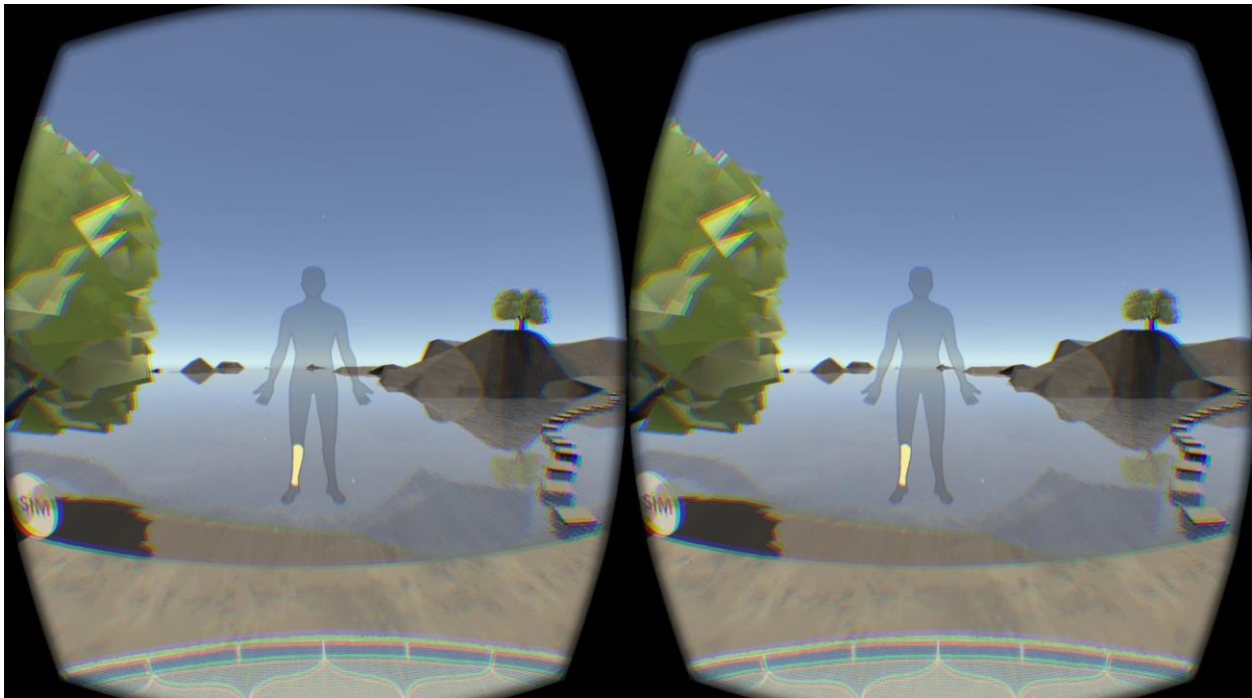


Keskittyneen tarkkaavaisuuden harjoitus, keskimäinen kuula korostettuna. Alustan ympärillä näkyy kupoli, jonka valkoisuutta säätämällä toteutettiin häivytysefekti. Koska koehenkilö oli kuulan sisällä, ei se erottunut hänelle tällä tavalla.

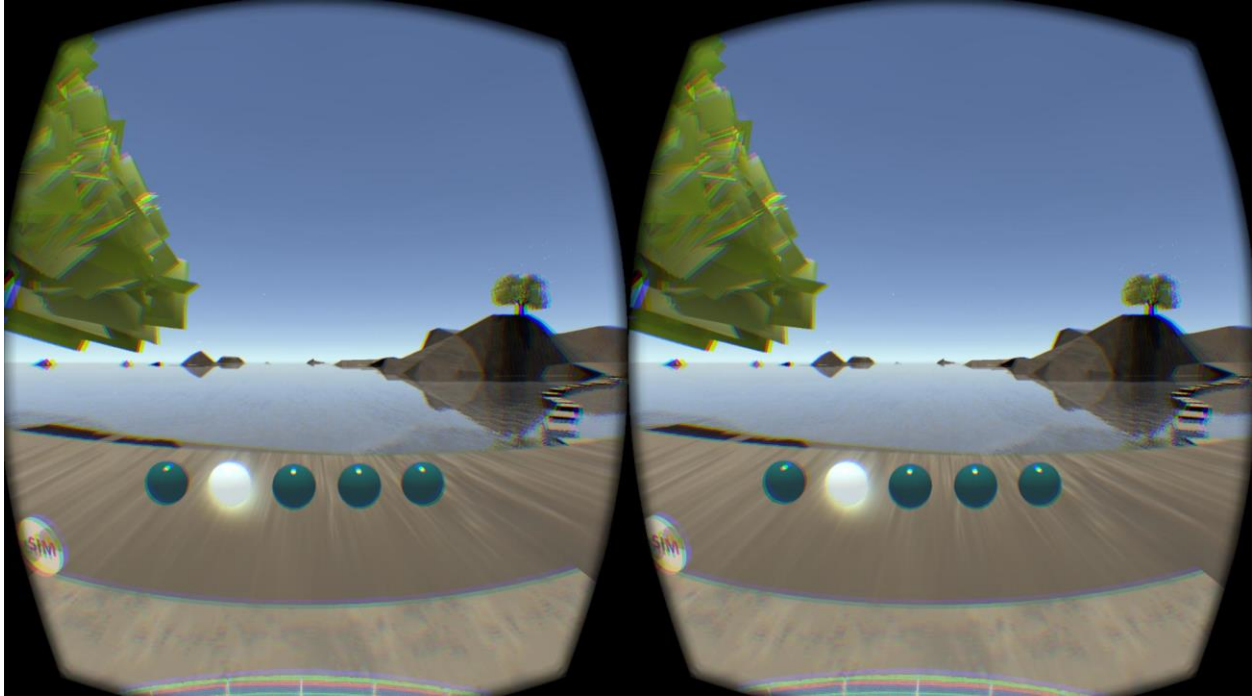
Keskitetyn tarkkaavaisuuden harjoituksessa käyttäjän edessä oli rivi kuulia, joista yksi kerrallaan oli korostettuna. Korostettu pallo vaihteli minuutin välein ja harjoituksessa tuli aina keskittää kaikki tarkkaavaisuus kullakin hetkellä korostettuun palloon. Kehotietoisuusharjoituksessa taas tuli keskittää tarkkaavaisuus kerrallaan yhteen kehonosaansa, tässä ohjeistuksen antoi läpikuultava avatar-hahmo käyttäjän edessä, jolla oli kerrallaan yksi kehonosa korostettuna. Kehonosa vaihtui aina minuutin välein. Koehenkilöille jaettu ohjeistus harjoitusten tekemiseen on liitteenä. Lähettäessä leijumaan, seurasivat alustan etureunan yllä olevat kuulat mukana, samoin kuin kehotietoisuusharjoituksessa opastus-avataar.



Kehotietoisuusharjoitus RelatWorld-virtuaaliympäristössä. Alareunassa alusta, joka saattoi nousta leijumaan, mikäli koehenkilö saavutti sopivan rentoutumisen tilan. Edessä näkyy läpikuultava ohjeistusta varten esitetty avatar-hahmo.



Kehotietoisuusharjoituksessa oikea sääri keskittymisen kohteena.



Keskittyneen tarkkaavaisuuden harjoituksessa tarkkaavaisuuden kohteena korostettu valkoinen kuula.

Virtuaaliympäristön toimintaan vaikuttavia parametrejä voi muokata alkuvalikosta. Näiden avulla voidaan säätää mm. leijumaan nousun helppoutta ja nopeutta, sitä kuinka herkästi keskittyminen herpaantuminen saa alustan laskeutuman takaisin maan pinnalle, sitä kuinka herkästi häivytyksen efekti tuli ja kuinka herkästi se häveni. Hankkeen seuraavassa vaiheessa pyritään siihen, että ainakin osa näistä suureista skaalautuisi automaattisesti kullekin koehenkilölle.

RelaWorld-virtuaaliympäristön bioadaptiivisuus

RelaWorld-virtuaaliympäristön bioadaptiivisuus päätettiin toteuttaa aivosähkökäyrän perusteella. Lukuisat aikaisemmat tutkimukset ovat kartoittaneet eri taajuuskaistojen yhteyttä kognitiivisiin (mm. tarkkaavaisuus) prosesseihin. Klimesch ja kumppanit (1998) osoittivat, että alfa-alfataajuuden (6,4Hz - 8,4Hz) teho heikkenee, kun ollaan varuillaan ja valppaina. Klimesch (1999) osoitti katsausartikkelissaan, että alfa-alfataajuus (6-10Hz) heikkenee koko pään alueella tarkkaavaisuuden kasvaessa. Theta-taajuuden (4-6Hz, tai joskus 6-7Hz) on taas havaittu voimistuvan, kun työmuistivaatimukset kasvavat (Inanaga, 1998).

Myös meditaatioon ja erilaisiin rentoutusharjoituksiin liittyvää aivoaktiiviteettia on mitattu useissa aikaisemmissa tutkimuksissa. Theta-aktiivisuuden (4-6Hz) on havaittu mm. voimistuvan keskittymisen (ml. meditoinnin) yhteydessä (Aftanas & Golocheikine, 2001; Kubota, ym. 2001). Tutkimusta on jo kertynyt siinä määrin, että on laadittu muutamia koontiartikkeleita (mm. Cahn & Polich, 2006). Näiden pohjalta näyttäisi siltä, että tyypillisesti alfa-taajuus (8-12Hz), ja erityisesti alfa-alfa (n. 8-10Hz) heikkenee, kun olla tarkkaavaisina ja valppaina. Alfa taas voimistuu

rentoutumisen myötä ja toisinaan näin käy meditoinnin yhteydessä. Theta-taajuus (n. 4-6Hz), erityisesti keski-frontali-alueella, taas näyttäisi voimistuvan työmuistivaatimusten ja tarkkaavaisuuden kasvaessa, mutta myös meditaation aikana.

Päädyimme näiden löydösten pohjalta toteuttaa RelaWorld-virtuaaliympäristön ensimmäisen version adaptaation theta- ja alfa-taajuuksiin perustuen. Theta-taajuuden kasvu (keskittyminen) saa aikaan leijumisen ja alfa-taajuuden kasvu (rentoutuminen) taas saa aikaan häivytyksen, ts. virtuaaliympäristön muuttumisen valkean utuiseksi. Virtuaaliympäristön on toteutettu siten, että jatkossa näiden eri parametrien, ml. taajuuskaistojen, muokkaaminen on helppoa.

RelaWorld-virtuaaliympäristön toimintalogiikka

Tässä kappaleessa kuvataan sanallisesti RelaWorld-virtuaaliympäristön logiikka, tai toiminta algoritmitasolla.

Psykofysiologisesta mittalaitteesta OpenVibe-rajapinnan kautta lähetettiin jatkuvasti kahta eri arvoa (kummatkin väliltä -1 ja 1):

- Keskittymistä kuvaava theta-aktiivisuus, suurempi theta-aktiivisuus yhteydessä lisääntyneeseen keskittymiseen
- Rentoutumista kuvaava alfa-aktiivisuus, suurempi alfa-aktiivisuus yhteydessä suurempaan rentoutumiseen

Arvojen päivitystiheys on riippuvainen OpenVibesta, mutta RelaWorld-sovelluksen yhteydessä tiheys on riittävä; ympäristön adaptoitumiseen riittää, jos arvot päivittyvät sekunneittain, jotta käyttökokemus pysyisi miellyttävänä. Jatkuva liike ja välkehdintä virtuaaliympäristössä saisi käyttäjän nopeasti levottomaksi ja saattaisi jopa aiheuttaa pahoinvointia ja huimausta.

Adaptaation toiminnan perustana olivat summamuuttujat, jotka määrittivät leijumista ja häivytysefektia (ympäristön muuttumista valkeaksi). Keskittymisen kasvu (theta-taajuuden voimistuminen) sai aikaan leijumisen ja keskittymisen lasku (thetan heikkeneminen) sai aikaan laskeutumisen. Rentoutuminen (alfa-taajuuden kasvu) sai aikaan häivytysefektin ja rentoutumisen väheneminen poisti häivytysefektin. Nämä summamuuttujat oli määritelty siten, että muutoksen käynnistyttyä (leijuminen tai häivytyks) ne aina nollautuivat, jotta muutokset ympäristössä olisivat aidosti responsiivisia koehenkilön aivotoimintaan. Lisäksi summamuuttujat nollautuivat tasaisin väliajoin; ylös leijumista säätelevä muuttuja 5:n sekunnin välein, laskeutumista säätelevä muuttuja 3:n sekunnin välein, häivytyksen alkaminen 10:n sekunnin ja häivytyksen katoaminen 8:n sekunnin välein. Tällä oli tarkoitus kontrolloida sitä, etteivät vanhat arvot vaikuttaisi muutoksiin ja estää vahvojen signaalien painottuminen. Nämä käytetyt arvot valittiin useilla henkilöillä tehtyjen testien perusteella.

Koehenkilön aivoaktivaatioon perustuvat muutokset käynnistyivät triggeri-muuttujien arvojen perusteella. RelaWorld-sovellus on rakennettu niin, että näitä arvoja pääsee muokkaamaan alkuruudusta. Näiden triggeri-arvojen valitseminen koetta varten oli työläs prosessi; virtuaaliympäristöä piti kokeilla useilla koehenkilöillä ja vaihdella arvoja, jotta löydettäisiin

sellaiset luvut, joilla mm. leijumaan lähtö ei olisi liian vaikeata, muttei toisaalta liian helppoakaan. Kokeessa käytetyt numeroarvot olivat: leijumaan nousulle 3.5; laskeutumiselle 0.2; häivytyksen alkamiselle 9 ja häivytyksen katoamiselle 1. RelaWorld-sovellus luki siis OpenViben lähettämiä numeroarvoja jatkuvasti, summaten arvoja yhteen. Kun raja-arvo jollekin muutokselle ylittyi, toteutettiin kyseinen muutos ja arvojen summaaminen aloitettiin alusta.

Testatessa RelaWorld-sovelluksen ensimmäisiä versioita päätettiin vielä muokata adaptaatioon liittyviä parametrejä siten, että leijumaan lähdöstä tehtiin suhteessa "helpompaa" kuin laskeutumisesta. Tähän päädyttiin, jotta ympäristön käyttö olisi kannustavaa. Jatkuvan maahan palaamisen leijunnan juuri alettua ajateltiin olevan herkästi liian stressaavaa. Lisäksi alusta halusimme tehdä kannustavan, joten ensimmäisen 30 sekunnin aikana leijumaan lähtemisestä tehtiin helpompaa.

Psykofysiologinen laboratorikoe RelaWorld-ympäristön käytön ja vaikuttavuuden tutkimiseksi

Laboratoriokokeessa tarkoituksena oli tutkia RelaWorld-virtuaaliympäristön käyttökokemuksia ja vaikuttavuutta sekä vertailla eri harjoitusten biosignaalien visualisoinnin vaikutuksia. Tieteellinen näyttö harjoitusten vaikutuksista ja virtuaaliympäristön tehostavasta vaikutuksesta on keskeistä järjestelmän kehittämisen ja vaikuttavuuden arvioinnin kannalta. Laboratoriokokeessa saatavat tulokset kertovat lyhyen aikavälin välittömistä vaikutuksista. Pitkäaikaisten vaikutusten todentaminen vaatii erillisen pitkittäistutkimuksen hankkeen seuraavassa vaiheessa nyt saatujen tulosten pohjalta.

Menetelmät

Koeasetelma

Laboratoriokokeessa vertailtiin kahden erilaisen rentoutumisharjoituksen vaikutuksia ilman virtuaaliympäristöä sekä virtuaaliympäristössä adaptiivisuuden kanssa ja ilman. Koetilanteiden järjestys satunnaistettiin. Jokaisen koejakson jälkeen koehenkilöt vastasivat itseraportointeihin. Ennen koetta koehenkilöt täyttivät taustakyselyn. Jokainen harjoitus kesti 10 minuuttia. Koehenkilöiksi rekrytoitiin 43 vapaaehtoista yliopisto-opiskelijaa iältään 20-48 (M= 28,7), joista 26 oli naisia ja 17 miehiä. Aiempaa meditaatiokokemusta ei edellytetty.

Harjoitukset

Kokeessa käytettiin kahta erilaista rentoutumisharjoitusta ja tarkasteltiin soveltuuko niistä jompikumpi paremmin virtuaaliympäristössä käytettäväksi. Kehotietoisuusharjoituksessa koehenkilön tehtävänä on keskittyä yhteen ruumiinosaan kerralla ja antaa sen rentoutua. Harjoituksen aikana koko keho käydään järjestyksessä läpi. Keskitetyn tarkkaavaisuuden harjoituksessa koehenkilön tehtävänä on keskittyä edessään näkyvään palloon ja pitää huomionsa siinä tiivistä, sivuuttaen muut mieleen nousevat häiriöt. Näiden kahden harjoituksen keskeisen ero on siinä mihin heidän tarkkaavaisuutensa harjoituksen aikana keskittyy; kehotietoisuusharjoituksessa tarkkaavaisuus on koehenkilön oman kehon tuntemuksissa ja kääntyneenä sisäänpäin ja keskitetyn tarkkaavaisuuden harjoituksessa tarkkaavaisuus on suunnattu koehenkilöstä ulospäin.

Kyselyt

Taustatietolomakkeen kyselyt:

- TIPI - Ten item personality questionnaire (Muck, Hell & Gosling, 2007).
- TAS - Tellegen Absorption Scale (Tellegen & Atkinson, 1974).
- STr - Self-transcendancy (Cloninger, ym., 1993).
- 5FMQ - Five factor mindfulness questionnaire (Baer ym., 2006).
- PSS14 - Perceived Stress Scale (Cohen & Williamson, 1988)

State-kyselyiden osiot:

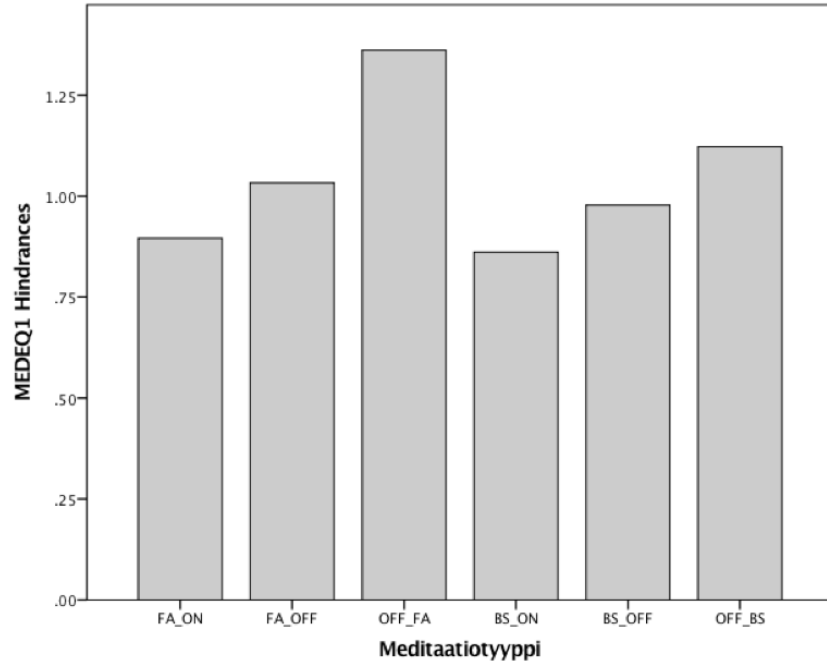
- SAM Positive valence - Myönteisen tunnetilan arviointi 5-portaisella asteikolla
- SAM Negative valence - Negatiivisen tunnetilan arviointi 5-portaisella asteikolla
- SAM Arousal - Kehollisen aktivaatitason arviointi 9-portaisella asteikolla
- STAI - Spielberger State-Trait Anxiety Inventory (Marteau & Bekker, 1992)
- Presence - Läsnaolon tunne virtuaalimaailmassa, lyhennetty versio ITC-SOPI-kyselystä (Lessiter ym., 2001)
- MEDEQ - Meditation depth questionnaire (Piron, 2001)

Mittaukset

Kokeen aikana koehenkilöiltä mitattiin fysiologisista signaaleista aivosähkökäyrä (EEG), sydänekäyrä (EKG) ja ihon sähkönjohtavuus (EDA). Näiden mitattujen kehollisten vasteiden perusteella voidaan arvioida mm. koehenkilön stressaantuneisuutta tai rentoutuneisuutta eri koetilanteiden aikana.

Tulokset

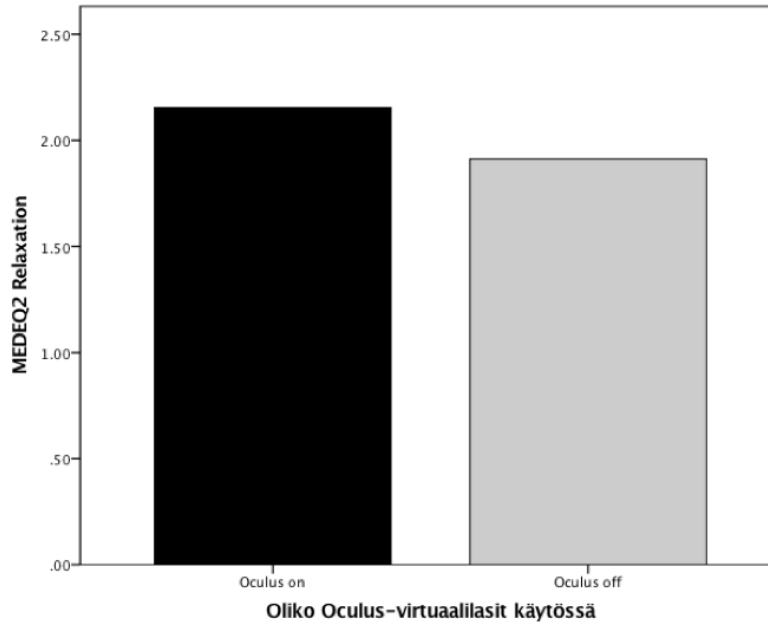
Oculus-virtuaalilasien käyttö selvästi helpotti harjoitusten tekemistä verrattuna tietokoneen ruudulta tehtäviin harjoituksiin.



Eri meditaatioharjoitusten jälkeen itseraportoitu koettu hankaluus harjoituksen tekemisessä. FA_ON = keskitetyn tarkkaavaisuuden harjoitus, adaptaatio päällä; FA_OFF = keskitetyn tarkkaavaisuuden harjoitus, adaptaatio pois päältä; OFF_FA = tietokoneen ruudulta (ilman Oculus-virtuaalilaseja) tehty keskitetyn tarkkaavaisuuden harjoitus; BS_ON = kehotietoisuusharjoitus, adaptaatio päällä; BS_OFF = kehotietoisuusharjoitus, adaptaatio pois päältä; OFF_BS = tietokoneen ruudulta (ilman Oculus-virtuaalilaseja) tehty kehotietoisuusharjoitus.

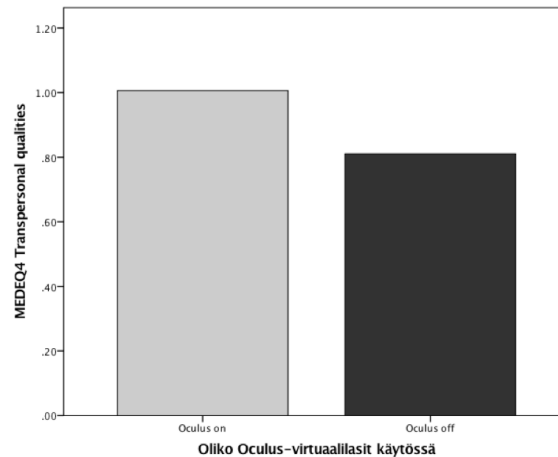
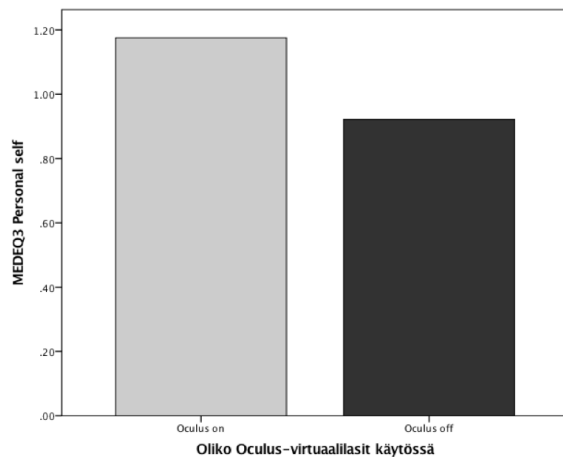
Koehenkilöt raportoivat enemmän ongelmia meditointiharjoitusten tekemisessä kun käytössä eivät olleet Oculus-virtuaalilasit, vaan harjoitus tehtiin tietokoneen ruudulta ($p < .001$). Meditaation syvyyden itsearviolomakkeen (MEDEQ) faktori Hindrances / Esteet kartoittaa erilaisia hidasteita ja hankaluuksia, joita harjoitusta tehdessä koettiin. Yksittäiset kysymykset kartoittavat mm. koettua tylsistymistä ja ongelmia rentoutumisessa ja keskittymisessä.

Oculus-virtuaalilasiin käyttö ei aiheuttanut ylimääräistä stressiä tai hankaluutta, vaan niiden avulla harjoitus koettiin myönteisenä ja rentouttavana.



Koehenkilöt raportoivat positiivisempia tunnekokemuksia ($p=.026$) sekä suurempaa rentoutuneisuutta MEDEQ-kyselyssä harjoitusten jälkeen, mikäli Oculus virtuaalilasit olivat käytössä ($p=.017$).

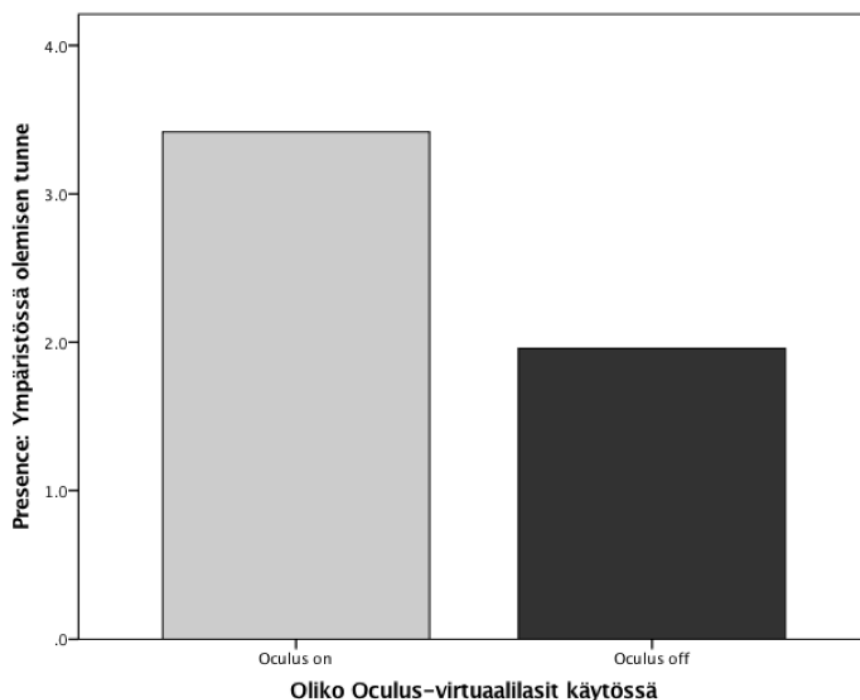
Oculus-virtuaalilasiens käyttö vaikutti myönteisesti myös MEDEQ-kyselyllä kartoitettuun koettuun meditaation syvyyteen.



Koehenkilöt raportoivat kohonnutta itsetietoisuutta ($p<.001$) sekä transpersoonallisia kokemuksia ($p<.001$) Oculus-virtuaalilaseja käytettäessä, verrattuna tietokoneen ruudulta tehtyyn meditaatio-harjoitukseen. MEDEQ-kyselyn faktori itsetietoisuus (Personal self) kartoittaa erilaisia meditaation myötä heräviä itsetuntemuksia (Tunsin sisäistä rauhaa, Kehoni tuntui keveältä, Tunsin sisälläni voimakkaan energian). Transpersoonalliset kokemukset -faktoriin kuuluu kysymyksiä, joilla kartoitetaan mm. Ajantunteen katoamista, Rajatonta rakkautta ja Mielen kirkkautta. Nämä ovat juuri sellaisia piirteitä, joita useimmilla keskittymis- ja meditaatioharjoituksilla pyritäänkin kehittämään.

Nämä Oculus-virtuaalilasien käytöstä johtuvat myönteiset vaikutukset selittyvät todennäköisesti suurelta osin voimistuneena läsnäolon kokemuksena. Presence-käsitettä käytetään selitettäessä erilaisten virtuaaliympäristöjen (ml. pelit) käyttökokemuksia ja erityisesti virtuaalimaailmassa läsnäolon ja sinne uppoutumisen tunnetta. Oculus-lasit kaappaavat koko näkökentän ja mahdollisuus katsella ympärilleen virtuaaliympäristössä saavat kokemuksen tuntumaan erityisen aidolta.

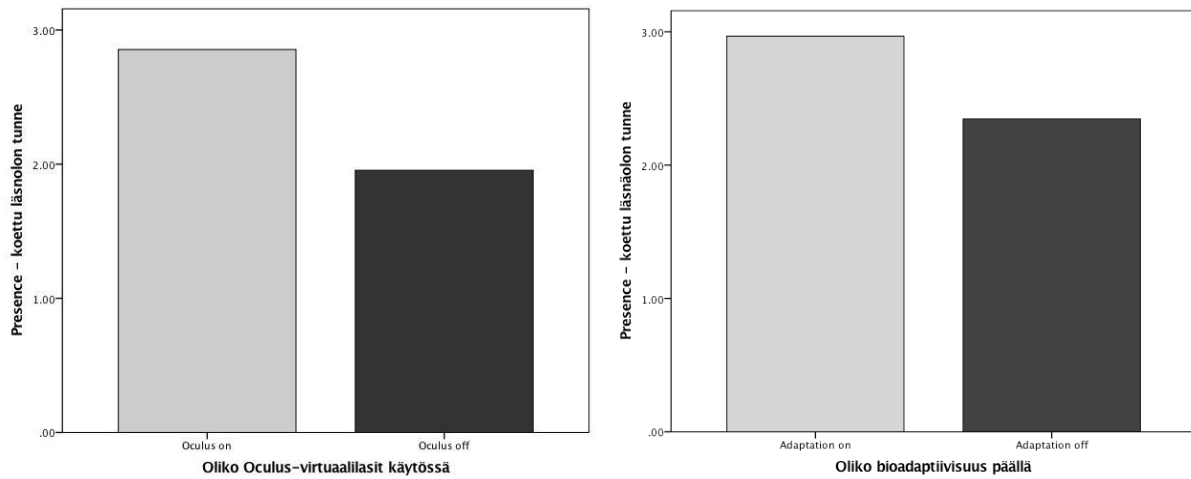
Koehenkilöt raportoivat suurempaa ympäristössä olemisen tunnetta Oculus-virtuaalilaseja käytettäessä, kuin tietokoneen ruudulla tehtävien harjoitusten yhteydessä ($p < .001$).



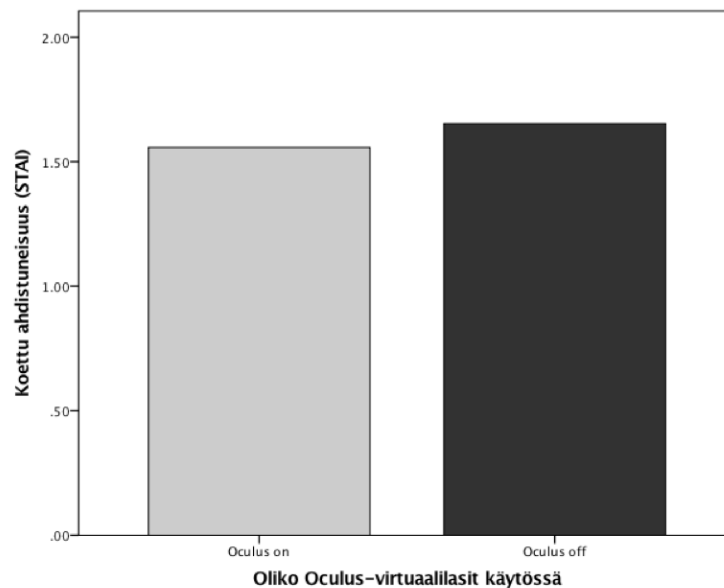
Oculus-virtuaalilaseja käytettäessä kokemus arvioitiin vaikuttavammaksi, kuin harjoituksen teko tietokoneen ruudulta (Presence-kyselyn osio Kokemuksen vaikuttavuus, $p < .001$). Koehenkilöt raportoivat myös nauttivansa virtuaaliympäristössä läsnäolosta enemmän käyttäessään Oculus-virtuaalilaseja (Presence-kyselyn osio Nauttiminen, $p < .001$) sekä bioadaptiivisuuden ollessa päällä ($p < .001$), mistä jälkimmäinen tulos johtui siitä, että bioadaptiivisuuden ollessa päällä virtuaaliympäristö koettiin vuorovaikutteisemmaksi (Presence-kyselyn osiot Vuorovaikutteisuus, $p < .039$; sekä Osallistuminen toimintaan $p < .001$).

Bioadaptiivisuus lisää virtuaaliympäristön käyttökokemukseen pelillisen aspektin, joka osaltaan voimistaa läsnäolon kokemusta ja sitä kautta tehostaa virtuaaliympäristössä tehtävien tehtävien ja harjoitusten vaikutuksia. Pelillisuus on ominaisuus, joka ei välttämättä miellytä kaikkia mahdollisia käyttäjäryhmiä. Jatkotutkimuksissa tulisivin selvittää, mitkä erilaiset

virtuaaliympäristön ominaisuudet ja toiminnallisuudet koetaan hyviksi ja toimiviksi erilaisten käyttäjäprofiilien parissa.

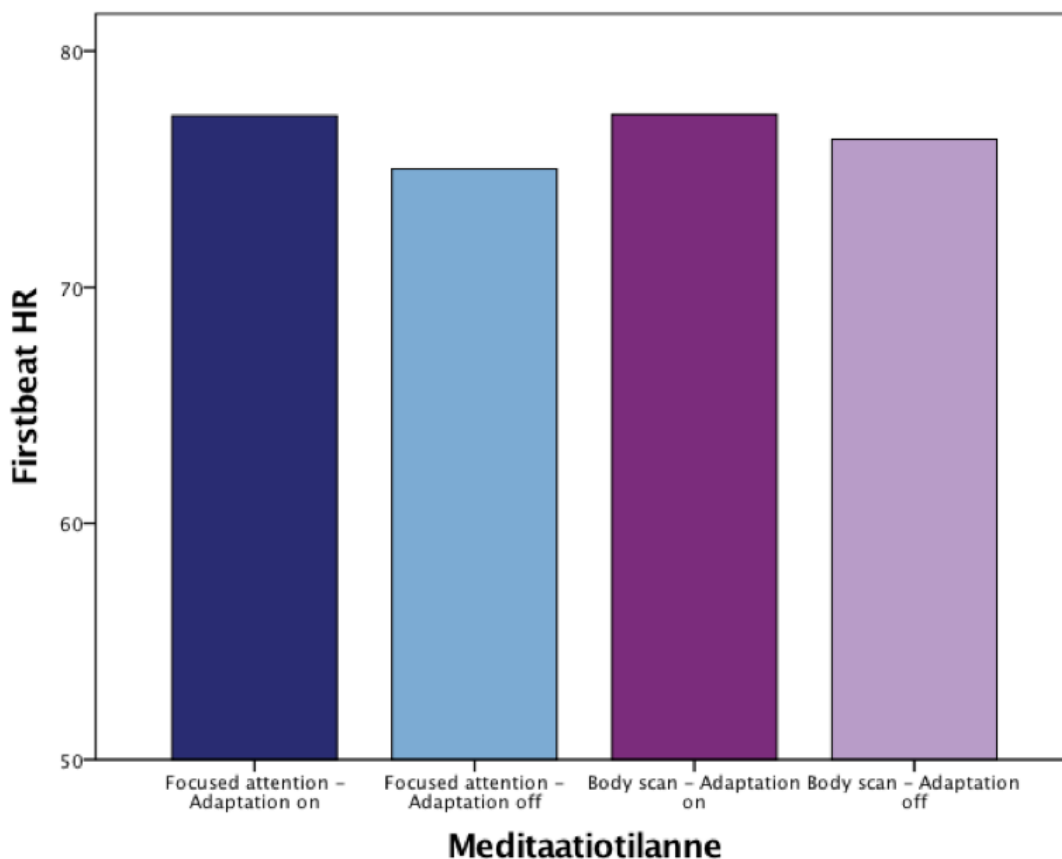


Kokonaisuudessaan koetun läsnäolon tunne oli voimakkaampaa kun käytettiin Oculus-virtuaalilaseja ($p < .001$) ja kun bioadaptiivisuus oli päällä ($p = .011$). Lisäksi itsearvioitu ahdistuneisuus (anxiety) oli matalampaa Oculus-virtuaalilaseilla tehtyjen harjoitusten jälkeen, kuin tietokoneen ruudulta tehtyjen harjoitusten jälkeen ($p < .038$).



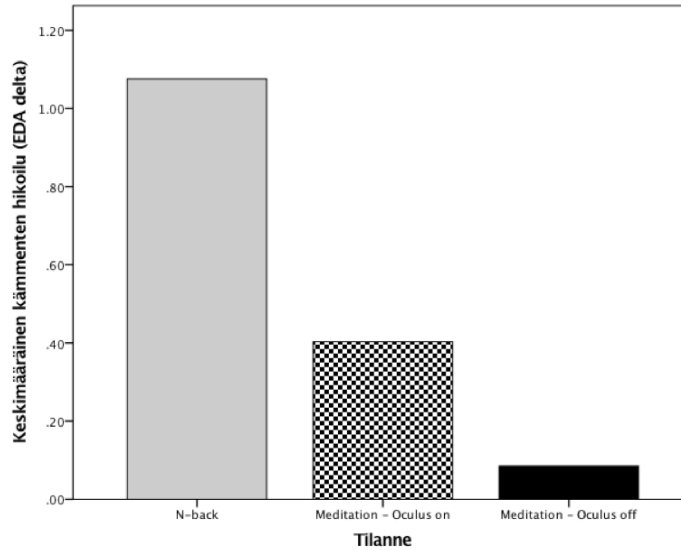
Koeasetelmassa meditaatiojaksojen väleissä tehtyjen n-back-työmuistitehtävien tarkoituksena oli nostaa stressiä ja ahdistuneisuutta, jota sitten meditaatioharjoituksilla laskettiin. Näiden tulosten perusteella näyttää siltä, että Oculus-virtuaalilasien avulla tehdyt keskittymis- ja meditaatioharjoitukset voivat toimia myös tehokkaina työssä koetusta, ainakin hetkellisestä, stressistä palautumiseen.

Osa koehenkilöistä piti kokeen aikana Oululaisen Firstbeat Technologiesin valmistamia Bodyguard-mittareita, jotka mittasivat kokeen aikana sydämen sykettä. Tarkoituksena oli näin kokeilla, voisiko kaupallisia ja kohtuuhintaisia laitteita käyttää jatkossa joko RelaWorld-ympäristön bioadaptiivisuuden toteutuksessa tai ympäristön käytön vaikutuksien kartoittamiseen.



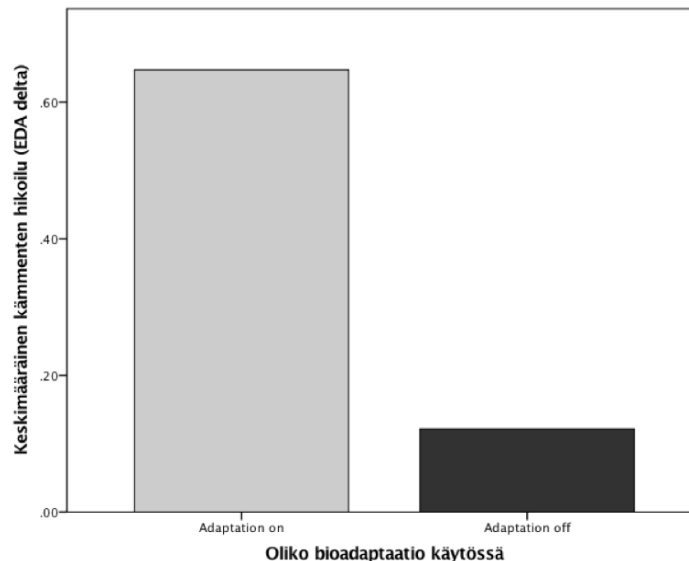
Firstbeat Bodyguard-laitteilla mitattu sydämen syke kokeen eri tilanteissa. FA_ON = keskitetyn tarkkaavaisuuden harjoitus, adaptaatio päällä; FA_OFF = keskitetyn tarkkaavaisuuden harjoitus, adaptaatio pois päältä; BS_ON = kehotietoisuusharjoitus, adaptaatio päällä; BS_OFF = kehotietoisuusharjoitus, adaptaatio pois päältä.

Tilastollisesti melkein merkitsevä ero ($p=.069$) oli eri meditaatiotyypin välillä Firstbeatilla mitatuissa sydämen sykkeissä. Nämä mittaukset tehtiin pienemmällä koehenkilöiden osajoukolla ($n=13$), joten tulokset ovat alustavia. Näyttäisi siltä, että syke oli suurempaa bioadaptaation ollessa päällä sekä silloin kun meditaatiotyypinä oli kehotietoisuusharjoitus.



Aktivaatiotasoa kuvasta kämmenten hikoilu oli suurempaa käytettäessä Oculus virtuaalilaseja, kuin tehdessä vastaavia harjoituksia tietokoneen ruudulta. Suurinta aktivaatiotasoa oli tehdessä n-back-työmuistitehtäviä.

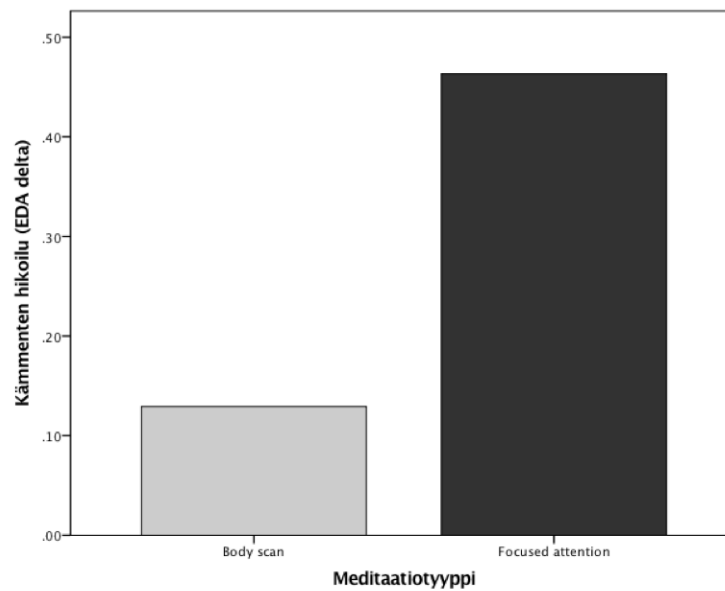
Analysoitaessa koehenkilöiden aktivaatiotasoa kuvastavaa kämmenten hikoilua (electrodermal activation, EDA) meditaatioharjoitusten aikana, havaittiin, että kämmenten hikoilu oli suurempaa, kun Oculus-virtuaalilaseja käytettiin, verrattuna siihen että harjoitus tehtiin tietokoneen ruudulta (melkein merkitsevä, $p=.079$). EDA-aktivaatio oli suurempaa adaptaation ollessa päällä, verrattuna tilanteisiin kun se ei ollut päällä ($p=.021$). EDA-aktivaatio oli suurempaa myös keskitetyn tarkkaavaisuuden kuin kehotietoisuusharjoituksen aikana ($p=.052$). Oculus-virtuaalilasien sekä bioadaptaation käyttö olivat siis vaikuttavia ja aktivoivia kokemuksia.



Aktivaatiotasoa (kämmenten hikoilu) oli korkeampi käytettäessä bioadaptaatiota, kuin ilman sitä.

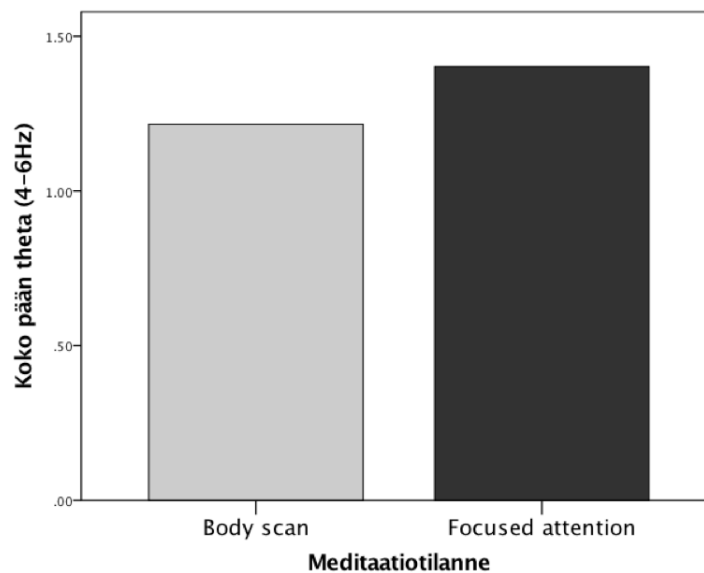
Harjoitusten tarkoituksena ei ollutkaan täysin nollata käyttäjän aktivaatiotasoa, siihen tarkoitukseen toimisi parhaiten päiväunet. RelaWorld-virtuaaliympäristön tarkoituksena on saada käyttäjä rentoutuneeseen tarkkaavaisuuteen tilaan. Oculus-virtuaalilasien käyttö oli aktivoivaa

kohonneen kämmenten hikoilun perusteella, mutta toisaalta itseraportointien perusteella niitä käytettäessä koettiin harjoitusten aikainen meditaatiotila syvemmäksi.



Keskitetyn tarkkaavaisuuden harjoitusten aikana aktivaatiotasoa (kämmenten hikoilu) oli suurempaa kuin kehotietoisuusharjoitusten aikana.

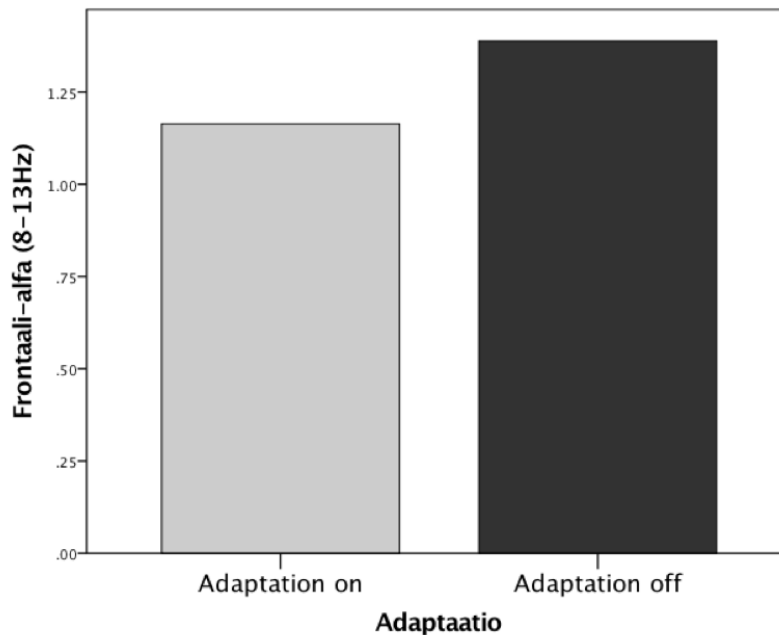
Kokeen aikana mitatusta aivosähkökäyrässä havaittiin useita mielenkiintoisia tuloksia.



Kehotietoisuusharjoituksen aikana oli enemmän koko pään alueen theta (4-6 Hz) aktivaatiota.

Keskitetyn tarkkaavaisuuden harjoituksen aikana oli voimakkaampaa EEG:n theta-taajuuskaistan (4-6Hz) aktivaatiota ($p=.008$). Kohonneen theta-aktivaation on aikaisemmin

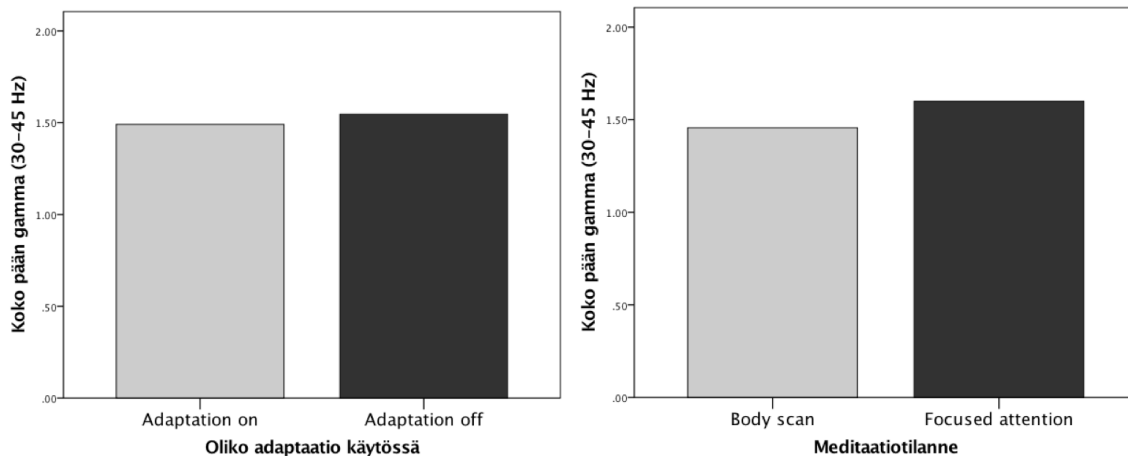
havaittu liittyvän lisääntyneisiin työmuistivaatimuksiin sekä kognitiivisen tehtävän kohonneeseen vaikeuteen. Keskitetyn tarkkaavaisuuden harjoitus oli siis haastavampi.



Adaptaation ollessa käytössä oli vähemmän pään etulohkon alfa-aktivaatiota (8-13 Hz).

Bio-adaptaation ollessa päällä, oli harjoitusten aikana vähemmän frontaalialueen alfa-aktiiviteettia sekä laajalla alfa-kaistalla (8-13 Hz, $p=.031$), että ylä-alfa-kaistalla (10-12 Hz, $p<.001$). Alfa-taajuuden voimakkuuden on aikaisemmissa tutkimuksissa havaittu olevan käänteisessä suhteessa tarkkaavaisuustasoon ja tehtävän vaativuuteen. Havaittu tulos siis viittaa siihen, että koehenkilöt olivat tarkkaavaisempina bioadaptaation ollessa päällä.

Gamma-taajuusalueen (30-45 Hz) aktivaatio oli suurempaa koko pään alueella adaptaation ollessa pois päältä ($p<.001$), sekä suurempaa keskitetyn tarkkaavaisuuden kuin kehotietoisuusharjoituksen aikana ($p=.009$).



Koko pään alueen keskimääräinen EEG:n gamma-taajuus oli voimakkaampaa adaptaation ollessa pois päältä ja keskitetyn tarkkaavaisuuden harjoituksessa.

Aikaisemmissa kokeissa on havaittu gamma-taajuuden voimistumista meditaatioharjoitusten aikana (mm., Cahn & Polich, 2006). Tämä tulos vaatii jatkotutkimuksia, jotta voidaan tehdä luotettavampia johtopäätöksiä, mutta voi olla, että keskitetyn tarkkaavaisuuden harjoitus oli tyypiltään lähempänä niitä aikaisemmissa tutkimuksissa käytettyjä meditaatiomenetelmiä, joissa oli havaittu tämä gamman voimistuminen. Toisaalta bioadaptaation käyttö on vääjäämättä muokannut meditaation rakennetta, joskaan ei huonompaan suuntaan, ottaen huomioon koehenkilöiden antamat myönteiset itsearviot mm. meditaation syvyydestä.

Tulevat kehityssuunnat

Hankkeen ensimmäisen vaiheen positiiviset kokemukset ja mittaustulokset virtuaaliympäristön vaikuttavuudesta rentoutumisharjoitusten suorittamisen tukemiseen, rohkaisevat jatkokehittämään virtuaaliympäristöön lisäpiirteitä sekä testaamaan niiden vaikuttavuutta. Tällaisia lisäpiirteitä voisi olla esimerkiksi kävelymeditaatiota jäljittelevien liikkumismahdollisuuksien lisääminen ympäristöön ja eksploraatioviettien hyödyntäminen. Biosignaaleihin adaptiivisuudesta on hyvä kehittää kuhunkin yksilölliseen käyttäjään automaattisesti sopeutuvaa siten, että käyttäjien yksilökohtaiset erot heidän fysiologisissa vasteissaan tulevat huomioiduksi järjestelmän toimesta (esim. yksilöllisten alfa- ja theta-taajuuksien löytäminen sekä vaihteluerojen huomiointi). Kolmas kehitettävä piirre on joidenkin pelillistämismekaniikoiden tuominen osaksi ympäristöä niin, että ne tukevat ja rohkaisevat toistuvaan ympäristön käyttöön.

Lisäksi tutkimuksellisesti keskeistä on suorittaa kunnolliset kenttätestaukset todellisissa käyttöympäristöissä esimerkiksi tietointensiivistä toimistotyötä tekevässä yrityksessä. Tavoitteena on saada ensikäden tietoa toimivuuden lisäksi myös uuden teknologian käyttöönottoon liittyvistä haasteista ja kartoittaa yritysmaailman kiinnostusta tällaista ratkaisua kohtaan. Samassa yhteydessä järjestelmän käytön pitkäaikaisten vaikutusten tutkiminen pitkittäistutkimuksella on mahdollista ja erittäin tarpeellista järjestelmän laajakantoisen vaikuttavuuden arvioinnin kannalta.

Jo ensimmäisessä vaiheessa saaduista laboratoriomittauksista saadun datan analysointia myös kannattaa jatkaa. Koeasetelma oli varsin monimutkainen ja kaikkien erilaisten yhteyksien löytäminen, analysointi ja tulkinta on hyvin työlästä ja aikaavievää toimintaa. Tähän raporttiin on kasattu vain ensimmäiset päällimmäiset tulokset, ja myöhemmissä julkaisuissa on odotettavissa lisää tuloksia monimutkaisemmista ja edistyneemmistä analyyseistä.

Myöhemmissä vaiheissa kenttätestien jälkeen järjestelmää kehitetään eteenpäin saatujen kokemusten perusteella, jonka jälkeen tavoitteena on saada se aktiivikäyttöön joihinkin asiakasyrityksiin. Heiltä kerätystä datasta saadaan tietoa pitkittäisvaikutuksista ja käyttöönottoon liittyvistä haasteista. Siltä pohjalta voidaan aloittaa järjestelmän tuotteistaminen ja liiketoimintakonseptin rakentaminen sen ympärille. Käyttökokemusten pohjalta voidaan myös

arvioida kuinka potentiaalinen kehityssuunta sosiaalisten toimintojen lisääminen ympäristöön olisi - esimerkiksi virtuaalitalan jakaminen toisten meditoijien kanssa verkon yli. Tällainen jaettu virtuaaliympäristö mahdollistaa myös harjoitteiden tekemisen yhdessä toisten kanssa ilman fyysistä läsnäoloa samassa tilassa.

Lähteet

Aftanas, L. I., & Golocheikine, S. A. (2001). Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalized attention: high-resolution EEG investigation of meditation. *Neuroscience letters*, 310(1), 57-60.

Baer, R. A., Smith, G. T., Hopkins, J., Krietemeyer, J., & Toney, L. (2006). Using self-report assessment methods to explore facets of mindfulness. *Assessment*, 13(1), 27-45.

Bowman, D.A. & McMahan, R.P., 2007. Virtual Reality: How Much Immersion Is Enough? *Computer*, 40(7), pp.36–43.

Brook RD, Appel LJ, Rubenfire M, Ogedegbe G, Bisognano JD, Elliott WJ, Fuchs FD, Hughes JW, Lackland DT, Staffileno BA, Townsend RR, Rajagopalan S. (2013). Beyond medications and diet: alternative approaches to lowering blood pressure: a scientific statement from the American heart association. *Hypertension*, 61(6):1360-83.

Cacioppo, J.T., Tassinary, L.G. & Berntson, G.G., 2007. *Handbook of psychophysiology*, Cambridge University Press.

Cahn, B. R., & Polich, J. (2006). Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychological bulletin*, 132(2), 180.

Chiesa, A., Calati, R., Serretti, A. (2011). Does mindfulness training improve cognitive abilities? A systematic review of neuropsychological findings. *Clinical Psychology Review* 31. p. 449–464.

Cloninger, C. R., Svrakic, D. M., & Przybeck, T. R. (1993). A psychobiological model of temperament and character. *Archives of general psychiatry*, 50(12), 975-990.

Fjorback LO, Arendt M, Ornbøl E, Fink P, Walach H. (2012). Mindfulness-based stress reduction and mindfulness-based cognitive therapy: a systematic review of randomized controlled trials. *Acta Psychiatr Scand*. 124(2):102-19.

Fledderus M, Bohlmeijer ET, Pieterse ME, & Schreurs KMG (2012). Acceptance and commitment therapy as guided self-help for psychological distress and positive mental health: a randomized controlled trial. *Psychological Medicine* 42, 485–495.

Fredrickson, F.L., Cohn, M., Coffey, K., Pek, J., Finkel, S.M. (2008). Open Hearts Build Lives: Positive Emotions, Induced Through Loving-Kindness Meditation, Build Consequential Personal Resources. *J Pers Soc Psychol*. 2008 November ; 95(5): 1045–1062

Hayes SC, Luoma JB, Bond FW (2006). Acceptance and Commitment Therapy: Model, Processes and Outcomes. *Behaviour Research and Therapy*, 44(1) pp. 1-25.

Heponiemi, T. Elovainio M, Pulkki L, Puttonen S, Raitakari O, Keltikangas-Järvinen L. (2007). "Cardiac autonomic reactivity and recovery in predicting carotid atherosclerosis: the cardiovascular risk in young Finns study." *Health psychology* (1):13-21.

Inanaga, K. (1998). Frontal midline theta rhythm and mental activity. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 52(6), 555-566.

Kivimäki M, & IPD-Work Consortium (2012) Job strain as a risk factor for coronary heart disease: a collaborative meta-analysis of individual participant data. *Lancet* 27;380(9852):1491-7.

Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain research reviews*, 29(2), 169-195.

Klimesch, W., Doppelmayr, M., Russegger, H., Pachinger, T., & Schwaiger, J. (1998). Induced alpha band power changes in the human EEG and attention. *Neuroscience letters*, 244(2), 73-76.

Kubota, Y., Sato, W., Toichi, M., Murai, T., Okada, T., Hayashi, A., & Sengoku, A. (2001). Frontal midline theta rhythm is correlated with cardiac autonomic activities during the performance of an attention demanding meditation procedure. *Cognitive Brain Research*, 11(2), 281-287.

Lessiter, J., Freeman, J., Keogh, E., & Davidoff, J. (2001). A cross-media presence questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory. *Presence*, 10(3), 282-297.

Moore, A. & Malinowski, P. (2009). Meditation, mindfulness and cognitive flexibility *Consciousness and Cognition*. 18, (1), Pages 176–186.

Moore, A., Gruber, T., Deroose, J., Malinowski, P. (2012). Regular, brief mindfulness meditation practice improves electrophysiological markers of attentional control. *Front Hum Neurosci*. 6 (18).

Muck, P. M., Hell, B., & Gosling, S. D. (2007). Construct validation of a short five-factor model instrument. *European Journal of Psychological Assessment*, 23(3), 166-175.

Marteau, T. M., & Bekker, H. (1992). The development of a six-item short-form of the state scale of the Spielberger State-Trait Anxiety Inventory (STAI). *Br J Clin Psychol*, 31(Pt 3), 301-306.

Piron, H. (2001). The meditation depth index (MEDI) and the meditation depth questionnaire (MEDEQ). *Journal for Meditation and Meditation Research*, 1(1), 69-92.

Praissman, S. (2008). Mindfulness-based stress reduction: A literature review and clinician's guide. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners*. Vol. 20 Issue 4, p.212-216.

Tellegen, A., & Atkinson, G. (1974). Openness to absorbing and self-altering experiences ("absorption"), a trait related to hypnotic susceptibility. *Journal of abnormal psychology*, 83(3), 268.

Liitteet

Liite 1 Koehenkilöille jaetut ohjeet

RelaWorld: koeohjeet

Kehotietoisuusharjoite

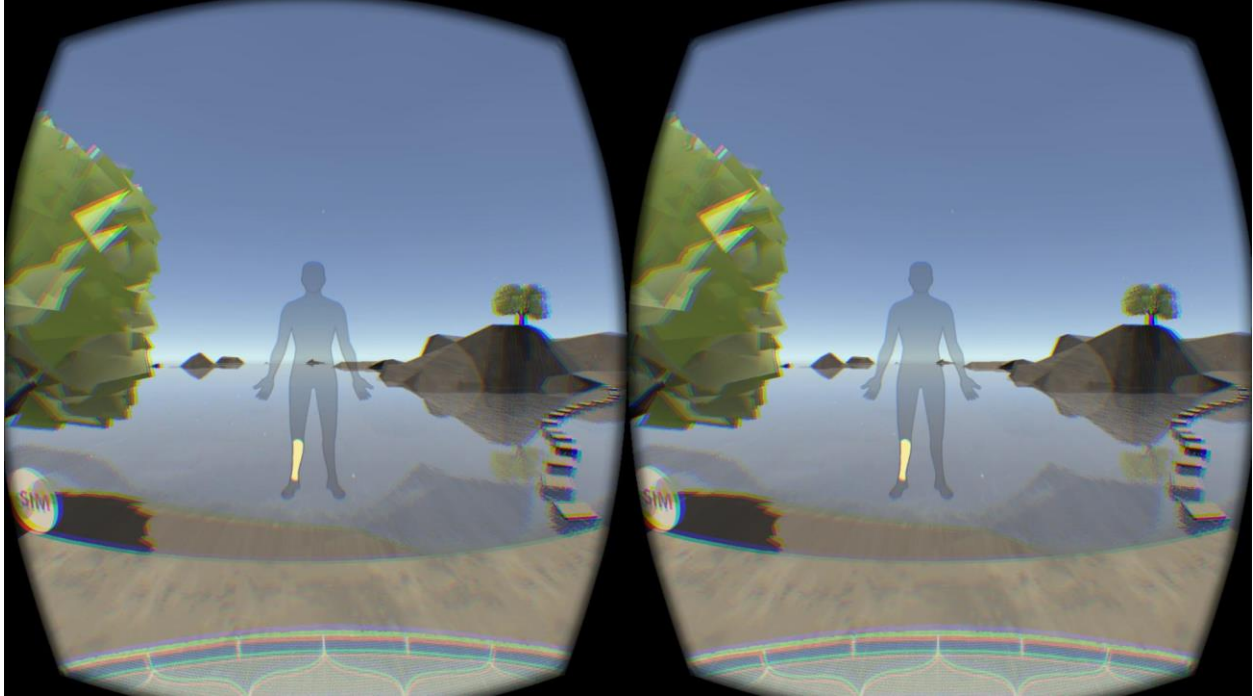
Kehotietoisuusharjoituksessa sinun tulee ohjeistuksen mukaan edeten keskittää huomiosi kerrallaan aina yhteen paikkaan kehossasi. Harjoitus kestää aina 10 minuuttia ja kokeenjohtaja ilmoittaa sinulle, kun harjoitus alkaa ja päättyy.

Ennen harjoituksen alkua voit löysätä kiristäviä vaatteita ja halutessasi voit riisua kengät. Ota mukava asento tuolissa ja ilmoita kokeenjohtajalle kun olet valmis aloittamaan.

Harjoituksen alussa näet puolen minuutin ajan harmaan ihmishahmon virtuaaliympäristössä. Voit tämän ajan keskittyä tuntemaan painosi tuolia vasten, sekä jalkojesi painon lattiaa vasten. Joka kerran, kun hengität ulos, voit antaa painosi laskea tuolissa hieman alemmas. Pyri tulemaan tietoisiksi hengityksestäsi.



Tämän jälkeen alkaa 10 minuutin ohjeistettu harjoitus, jossa käydään läpi kehosi eri osia. Vuorossa oleva osa on merkitty keltaisella korostuksella läpikuultavan harmaaseen edessäsi näkyvään ihmishahmoon.



Kunkin kehonosan ollessa vuorossa keskity havaitsemaan siinä kehonosassa olevia tuntemuksia. Onko kyseinen kehonosa kylmä tai kuuma? Tuntuuko se kevyeltä tai painavalta? Ei haittaa, vaikkei sinulla olisi mitään erityisiä tuntemuksia joistain kehonosista. Keskity harjoituksen aikana nimenomaan omaan kehoosi, älä opasteena olevaan ihmishahmoon. Ihmishahmosta voit tarkistaa mihin kehonosaasi kullakin hetkellä sinun tulee keskittyä, mutta harjoituksen aikana voit vapaasti valita mihin kohdistat katseesi. Tärkeintä on keskittyä omaan kehoosi.

Harjoituksen aikana käydään läpi kymmenen kehonosaa ja kuhunkin keskitytään yhden minuutin ajan.

Häiritseviä ajatuksia voi harjoituksen aikana tulla päähäsi, se ei haittaa. Jos huomaat tarkkaavaisuutesi herpaantuvan, tuo se lempeästi takaisin tarkkailtavaan kehon osaan. Älä suutu itsellesi tai turhaannu, vaikka tarkkaavaisuutesi herpaantuisi. Älä ripustaudu häiritseviin ajatuksiin ja tuntemuksiin, huomaa ne, ja päästä niistä irti.

Tämä harjoitus tehdään kolmella eri tavalla: 1) virtuaaliympäristössä adaptaatio päällä, 2) virtuaaliympäristössä ilman adaptaatiota, ja 3) Tietokoneen ruudulta videolla. Adaptaatio perustuu aivosähkökäyrästäsi analysoituihin taajuuksiin. Adaptaation päällä olon merkiksi alustan vasemmassa laidassa oleva pyöreä symboli on vihreä. Symboli on harmaa, kun

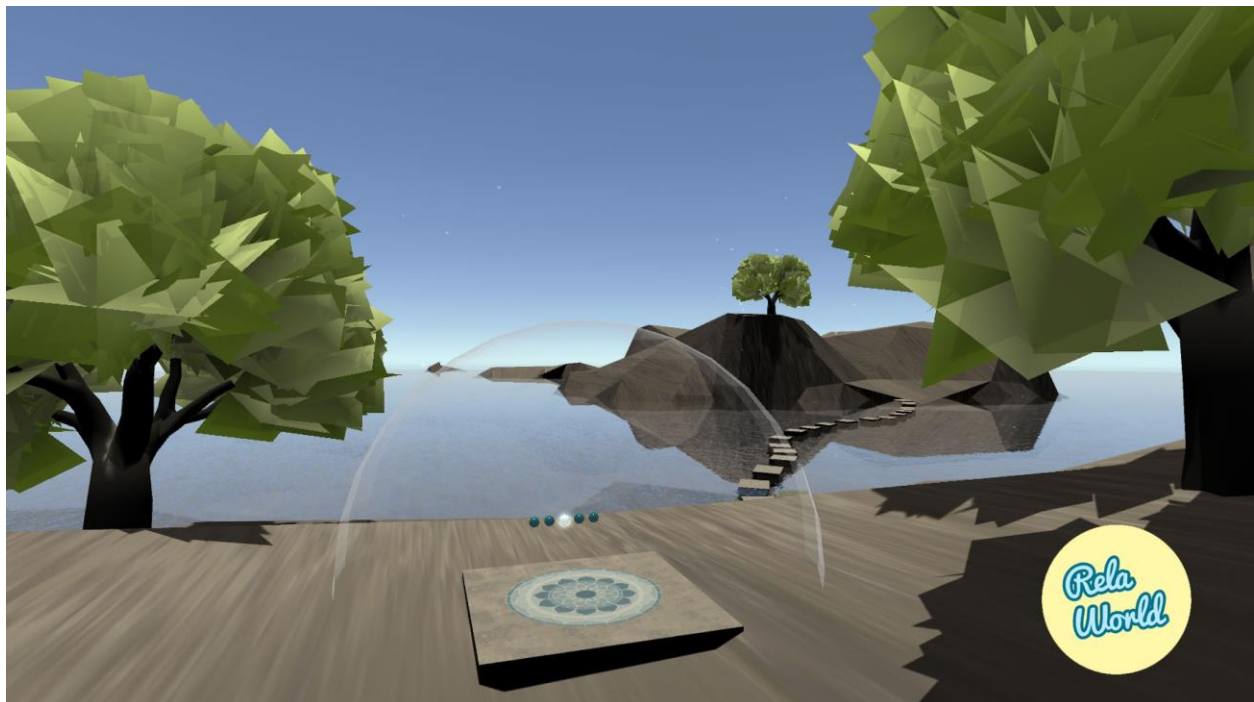
adaptaatio ei ole päällä. Alusta, jolla olet virtuaaliympäristössä, lähtee leijumaan ja etenee sitä korkeammalle, mitä paremmin pääset keskittyneeseen tilaan. Vastaavasti alusta laskeutuu, mikäli keskittymisesi herpaantuu. Ympäristö muuttuu vaalean utuiseksi sen mukaan, kuinka syväälle rentoutuneeseen tilaan pääset ja syvimmän tilan merkiksi alustan läpi kulkee kirkkaan valkeita tähtiä. Tavoitteena on siis päästä harjoituksen aikana rentoutuneen keskittyneeseen tilaan.

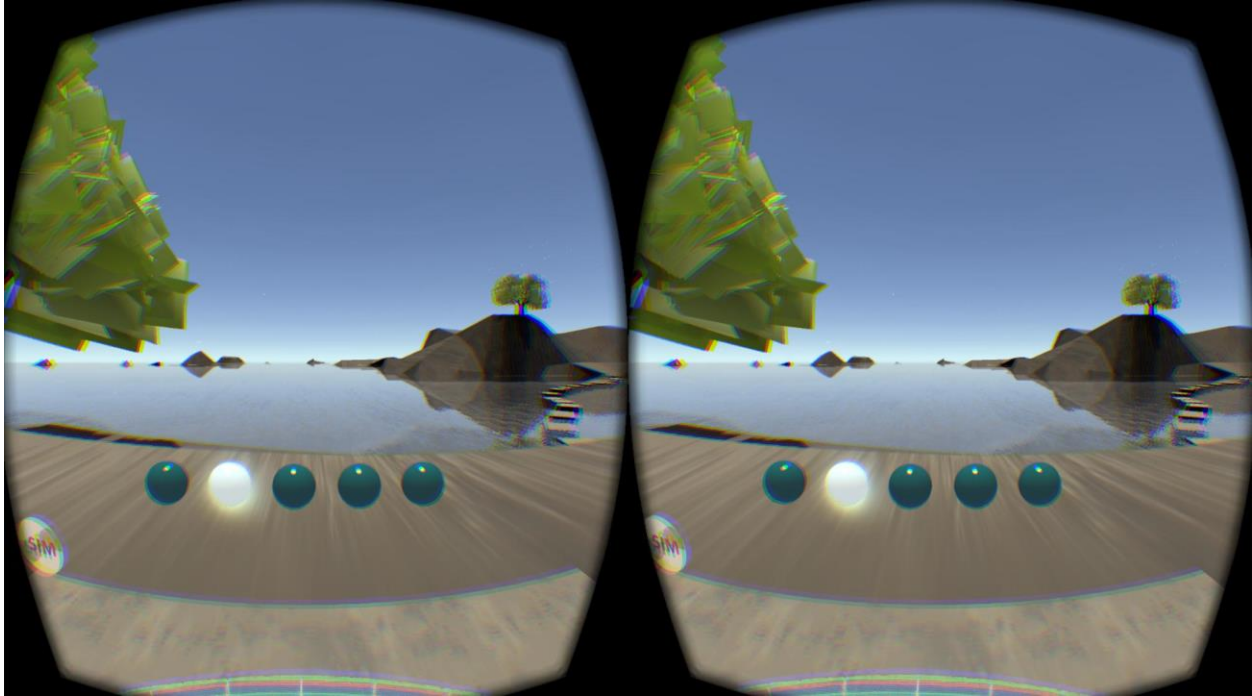
Kokeenjohtaja ilmoittaa harjoituksen päättymisestä ja antaa ohjeet seuraavasta vaiheesta. Voit harjoituksen päätyttyä käyttää hetken palautuaksesi rauhassa harjoituksesta.

Keskittymisharjoitus

Keskittymisharjoituksessa sinun tulee keskittää tarkkaavaisuutesi edessä olevan pallorivistön kullakin hetkellä valkoiseen palloon. Harjoituksen aikana keskittymisen kohteena oleva pallo vaihtuu; kohdistusta koko harjoituksen aikana keskittymisesi kunakin hetkenä valkoiseen väriseen palloon. Harjoitus kestää aina 10 minuuttia ja kokeenjohtaja ilmoittaa sinulle, kun se alkaa ja päättyy.

Ennen harjoituksen alkua voit löysätä kiristäviä vaatteita ja halutessasi voit riisua kengät. Ota mukava asento tuolissa ja ilmoita kokeenjohtajalle kun olet valmis aloittamaan.





Harjoituksen aikana keskitä tarkkaavaisuutesi valkoiseen palloon, havaitse kaikki sen piirteet ja yksityiskohdat, anna pallon tulla osaksi sinua. Keskitä ajatuksesi palloon ja yritä sulkea pois mielestäsi kaikki muu.

Häiritseviä ajatuksia voi harjoituksen aikana tulla päähäsi, se ei haittaa. Jos huomaat tarkkaavaisuutesi herpaantuvan, tuo se lempeästi takaisin palloon. Älä suutu itsellesi tai turhaannu, vaikka tarkkaavaisuutesi herpaantuisi. Älä ripustaudu häiritseviin ajatuksiin ja tuntemuksiin, huomaa ne, ja päästä niistä irti.

Tämä harjoitus tehdään kolmella eri tavalla: 1) virtuaaliympäristössä adaptaatio päällä, 2) virtuaaliympäristössä ilman adaptaatiota, ja 3) Tietokoneen ruudulta videolla. Adaptaatio perustuu aivosähkökäyrästäsi analysoituihin taajuuksiin. Adaptaation päällä olon merkiksi alustan vasemmassa laidassa oleva pyöreä symboli on vihreä. Symboli on harmaa, kun adaptaatio ei ole päällä. Alusta, jolla olet virtuaaliympäristössä, lähtee leijumaan ja etenee sitä korkeammalle, mitä paremmin pääset keskittyneeseen tilaan. Vastavasti alusta laskeutuu, mikäli keskittymisesi herpaantuu. Ympäristö muuttuu vaalean utuiseksi sen mukaan, kuinka syväälle rentoutuneeseen tilaan pääset ja syvimmän rentoutuneen tilan merkiksi alustan läpi kulkee kirkkaan valkeita tähtiä. Tavoitteena on siis päästä harjoituksen aikana rentoutuneen keskittyneeseen tilaan.

Kokeenjohtaja ilmoittaa harjoituksen päättymisestä ja antaa ohjeet seuraavasta vaiheesta. Voit harjoituksen päätyttyä käyttää hetken palautuaksesi rauhassa harjoituksesta.