

Aivoimplantit: teknologian nykytila, eettisiä kysymyksiä ja moraalipsykologiaa

Mika Koverola ja Michael Laakasuo

Tekoälyyn ja uuteen teknologiaan ei sisälly pelkästään uusia mahdollisuuksia ja uhkia. Tekoälyn sovellukset asettavat meidät myös uusien eettisten ja moraalisten kysymysten eteen. Näihin aihepiireihin Mika Koverola ja Michael Laakasuo johdattavat lukijat pohtiessaan lääketieteen moderneja sovelluksia tekoälyyn liittyen. Heidän erityisenä tarkastelun kohteenaan ovat aivoimplantit, joita meillä Suomessakin on kokeiltu Parkinsonin taudin ja epilepsian hoitokeinoina. Eettisten kysymysten rinnastuskohteena voidaan käyttää plastiikkakirurgian asemaa tänä päivänä. Sitä kun käytetään paitsi vammojen ja sairauksien hoitoon, niin myös kasvojen ja koko vartalon ehostavaan muokkaukseen.

Johdanto

Siirrymme parhaillaan kohti tulevaisuutta, jossa ihmisaivojen kykyjen laajentaminen ja muokkaaminen teknologisin keinoin rupeaa näyttämään astetta todennäköisemmältä (Harari, 2016). Tieteisfantasian ja todellisuuden välillä on kuitenkin iso kuilu, joka tulee rajaamaan ainakin lähitulevaisuuden teknologisia interventiomahdollisuuksia. Kallon sisään asennettavia aivojen toimintaa korjaavia piipohjaisia siruja, eli nk. aivoimplantteja ei voida ihmisaivoihin ongelmitta asentaa. Niiden paikalleen asettaminen vaatii syvää ymmärrystä yksilön aivojen erityispiirteistä, sekä sitä, että nämä implantit saataisiin paikoilleen mikrometrien tarkkuudella. Vaikka monimutkaiset kyvyt, kuten pianonsoittotaito eivät ole ainakaan lähitulevaisuudessa aivoihin asennettavissa, uuden sukupolven aivoimplantit saattavat silti kyetä lisäämään mm. oppimisnopeutta, parantamaan muistin toimintaa ja mahdollistaa ainakin alkeellisen tunteiden säätelyn.

Teknologiaan liittyä kuitenkin useita eettisiä kysymyksiä, kuten onko teknologian yleistyessä yksilöllä mahdollisuuksia tai oikeuksia kieltäytyä

tämänkaltaisen teknologian käytöstä? Nykypäivänä on jo haastavaa elää ilman älypuhelinta ja internetteknologian käyttö ja sitä myöten tapahtuva yksityisyyden katoaminen eivät ole enää puhtaasti vapaaehtoisia asioita. Jo tällä hetkellä on lääketieteellisten proteesien asentamisen yhteydessä törmätty tietoturvaongelmiin, esimerkiksi DEKA-nimisen kyberkäden hakkerointi on monimutkainen lakitekhninen ongelma (Alexander, 2014). Vastaava eettinen ongelma on myös siinä, onko kaikilla teknologiaa tarvitsevilla sen käyttöön tasa-arvoiset mahdollisuudet? Tällä hetkellä Suomessa laki takaa, että kaikilla kansalaisilla on oltava mahdollisuus käyttää internettiä ja siksi Suomen kaikissa kirjas-toissa on mahdollisuus käyttää tietokoneita netin selaamiseen. Mikäli esimerkiksi muistin toimintaa parantavat aivoimplantit yleistyvät tulevaisuudessa ja määrittelevät ihmisyyden rajoja ja mahdollisuuksia uudestaan, pitäisikö lain turvata halukkaille mahdollisuus saada tasaveroiset mahdollisuudet oman muistinsa ehostamiseen?

Tutkimusryhmämme on tarkastellut tähän teknologiaan liittyviä eettisiä kysymyksiä kokeellisen moraalipsykologian keinoin ja tutkimustemme valossa näyttääkin siltä, että muistin ja tunteiden

säätelyn ehostamista paheksutaan vähemmän kuin paljon hypoteettisempaa mahdollisuutta ehostaa oman älykkyydosamäärää. Tutkimuksemme viittaavat myös siihen, että pääasiassa aivoimplantiteknologian käyttöä pidetään hyväksyttävänä vaurioiden ja vammojen korjaamiseen, mutta yli-inhimillisten kykyjen saamiseen suhtaudutaan suuremmalla varauksella. Toistaiseksi tuntemattomista syistä tähän teknologiaan liittyvä paheksunta selittyy ainakin osittain ihmisten taipumuksella kokea inhoa, olipa sitten kyseessä muistin, tunteiden säätelyn tai älykkyydosamäärän ehostaminen. Esittelemme kirjoituksen lopussa pieniä empiirisiä maistiaisia Mika Koverolan tulevasta väitöskirja-artikkelista.

Aivojen toimintaa on muokattu ennenkin

Nykykäsityksen mukaan mielemme, persoonamme ja minuutemme sijaitsevat aivoissamme. Aivomme myös ohjaavat käytännössä kaikkia kehomme toimintoja. Näin ollen aivot ovat erittäin houkutteleva kohde lääketieteellisille interventioille. Aivot ovat kuitenkin myös ihmiskehon parhaiten suojattu ja vähiten tunnettu osa, eikä meillä aivotutkimuksen huikeasta kehityksestä huolimatta ole vielä erityisen hyvää kokonaiskäsitystä siitä, miten aivot kokonaisuudessaan toimivat (Hari, 2018). Kaikki kokemamme liittyy aivojen fyysiseen toimintaan tavalla tai toisella, joten sinänsä mikä tahansa voitaisiin luokitella aivoihin kohdistuviksi interventioiksi, mutta invasiivisuuden asteessa on eroja. Epäsuurimmin vaikuttavat esimerkiksi puheterapiat, sen jälkeen erilaiset systeemiset lääkitykset, sitten suoraan aivojen toimintaan kallon ulkopuolelta kohdistettavat hoidot kuten klassiset sähköshokit ja uudemmat transkraniaaliset magneetti- ja suorasähköstimulaatiot (Transcranial Magnetic Stimulation, TMS ja Transcranial Direct Current Stimulation, tDCS). Kallon avaaminen interve-

ntiota varten on korkea kynnyksen suurten riskien vuoksi, ja perinteisesti (tai ainakin lobotomian yleisen tuomitsemisen jälkeen) siihen on turvaututtu käytännössä vain rakenteellisten virheiden kuten kasvainten tai verenpurkaumien pysyvää kirurgista korjaamista varten, mutta viimeisten vuosikymmenten aikana on myös opittu asentamaan kallon sisään aivojen toimintaa korjaavia piipohjaisia siruja, eli nk. aivoimplanteja. Periaatteellisella tasolla aivoimplanttien avulla pystyy reaaliaikaisesti tarkkailemaan ja hienosäätämään mitä tahansa aivotointoa, käytännössä asiat ovat kuitenkin monimutkaisempia. Se, että aivoimplantiteknologia mahdollistaa paitsi vaurioiden korjaamisen, myös luonnollisen suorituskyvyn ylittämisen ja laajentamisen, tekee niistä keskeisellä tavalla uuden interventiomuodon. Tässä mielessä kyse on laadullisesti uudesta asiasta.

Pisimpään käytössä ollut suoraan aivoihin asennettava teknologinen interventio on niin kutsuttu syväaivostimulaatio (Deep Brain Stimulation, DBS). Yksinkertaisimmillaan se tarkoittaa syvälle aivoihin asennettavaa elektrodiä, jonka säännöllisesti antama pulssi tahdistaa aivojen sähköistä toimintaa ja näin sijainnista ja pulssin muodosta riippuen lievittää Parkinsonin taudin oireita, ehkäisee epileptisiä kohtauksia tai vähentää masennusta. Kehittyneemmät versiot osaavat moduloida pulssiaan automaattisesti tarpeen mukaan tai ovat käyttäjän ohjattavissa (Houston;Thompson;Ko;& Chizeck, 2018). Maailmanlaajuisesti näitä on jo asennettu sadoille tuhansille.

Neuraaliset proteesit ja toisen sukupolven aivoimplantit

Huomattavasti syväaivostimulaatiota haastavampia ovat neuraaliset proteesit, joilla korvataan puuttuvaa motorista tai aistillista kykyä. Näistä sisäkorvaan asennettavat kokleaimplan-

TUTKIMUKSEMME VIITTAAVAT MYÖS SIIHEN, ETTÄ PÄÄASIASSA AIVOIMPLANTITEKNOLOGIAN KÄYTTÖÄ PIDETÄÄN HYVÄKSYTTÄVÄNÄ VAURIOIDEN JA VAMMOJEN KORJAAMISEEN, MUTTA YLI-INHIMILLISTEN KYKYJEN SAAMISEEN SUHTAUDUTAAN SUUREMMALLA VARAUKSELLA.

tit, jotka muuntavat keinotekoisien mikrofonin taltioimat äänet kuuloaivokuorelle kulkevaksi hermoimpulsseiksi, ovat jo vakiintunutta teknologiaa (Ylikoski & Raivio, 1997) ja näköjärjestelmää korjaavia järjestelmiä on kokeellisella asteella. Erilaisten vaurioiden, tyypillisesti mekaanisen selkäydinvamman aiheuttaman halvauksen hoitamiseen voidaan käyttää kallon sisäisiä implantteja jotka lukevat motoriselta aivokuorelta liikeintentiona ja siirtävät viestin joko potilaan omiin hermoihin tai lihaksiin vammautumiskohdan toisella puolella hermorataa tai mekaaniseen proteesiin (esimerkiksi (Jeffries, 2018)). Tämä teknologia on monelta osin lupaavaa, mutta vielä kokeellisella asteella ja järjestelmän kalibrointi vaatii valtavasti työtä sekä potilaalta että hoitohenkilökunnalta. Jos suinkin mahdollista, keinotekoiset neuraaliset yhteydet proteeseihin pyritään rakentamaan mahdollisimman läheltä vammautumiskohtaa raajan liikehermoista eikä kallon sisältä aivoimplanteilla (Clites, ym., 2018).

Neuraalisten proteesien seuraava sukupolvi pyrkii korjaamaan kognitiivisia prosesseja. Muistin kohdalla ensiaskeleet onkin jo otettu (Hampson, ym., 2018): potilaan aivoturson (l. hippocampus) onnistuneen lyhytmuistiinpainamisen aikana tuottamaa spatiotemporaalista sähkökenttää jäljittelemällä saatiin muistiinpainumista parannettua kymmenillä prosenteilla. Muiden kognitiivisten kykyjen kuten keskittymiskyvyn korjaamiseen tähtäviä kokeita on käynnissä lukuisia. – Tekoälytutkimuk-

sen uranuurtajan Marvin Minskyn ja Harry Harrisonin tietesfiktiokirjassaan (The Turing Option, 1993) kuvaamaa massiivisen trauman korjaamaan pyrkivää ”persoonaproteesia” ei ole vielä näköpiirissä, mutta sellainen ei myöskään nykytiedon valossa näytä teoriatasolla täysin mahdottomalta.

Riskejä ja rajoitteita

Käytännön tasolla näiden teknologioiden tutkimusta ja käyttöönottoa jarruttavat lukuisat tekijät. Kallon avaaminen on aina infektiota ja traumariski, samoin kuin aivokudokseen koskeminen, ja siksi käytännöllisesti ottaen kaikki tutkimus tähän asti on tehty potilailla joiden kallo ollaan joka tapauksessa jouduttu avaamaan, tyypillisesti epileptikoilla ja aivokasvainpotilailla. Toisekseen me emme vielä tunne aivojen toimintaa riittävällä tarkkuudella, että osaisimme sijoittaa suurinta osaa kognitiivisista toiminnoista aivoimplanttien vaatimalla mikrometrin tarkkuudella paikoilleen ja joka tapauksessa mikrotasolla jokaisen ihmisen aivot ja niiden toiminta ovat ainutlaatuiset ja näin ollen yksilöllinen kartoitus ennen implantaatiota on välttämätöntä. Keskeisin ongelma on kuitenkin se, että syväaivostimulaatiota hienovaraisempien implanttien vaatimat ohuen

TOISEKSEEN ME EMME VIELÄ TUNNE AIVOJEN TOIMINTAA RIITTÄVÄLLÄ TARKKUUDELLA, ETTÄ OSAISIMME SIOJITTA SUURINTA OSAA KOGNITIIVISISTA TOIMINNOISTA AIVOIMPLANTTIENTEN VAATIMALLA MIKROMETRITARKKUUDELLA PAIKOILLEN JA JOKA TAPAUKSESSA MIKROTASOLLA JOKAISEN IHMISEN AIVOT JA NIIDEN TOIMINTA OVAT AINUTLAATUISET JA NÄIN OLLEN YKSILÖLLINEN KARTOITUS ENNEN IMPLANTTAATIOTA ON VÄLTTÄMÄTÖNTÄ.

ohuet elektrodit alkavat nykyisin käytettävillä materiaaleilla arpeutua irti hermokudoksesta pikemminkin viikoissa kuin kuukausissa, vaikei varsinaista (ja vaarallista) hylkimisreaktiota tapahtuisikaan. Menetelmät ja ymmärrys aivojen toiminnasta kuitenkin kehittyvät vauhdilla. Uudet materiaalit vähentävät hylkimisriskiä (Fu, ym., 2016), pehmeät rakenteet mahdollistavat implanttien tarkemman ja kudostäydellisemmän sijoittamisen (Hong;Yang;Zhou;& Lieber, 2018) ja uudet mittaukset auttavat meitä seuraamaan neurostimulaation vaikutuksia solutasolla reaaliajassa (Weiss;Flesher;Robert Franklin;Collinger;& Gaunt, 2018). Näin ollen on odotettavissa, että aivoimplanttitekniikat tulevat yleistymään lähitulevaisuudessa ja niiden käyttöalueet tulevat laajenemaan huomattavasti (Sanford, 2018).

Parempaa suorituskykyä?

Näiden lääketieteellisten haittojen korjaamiseen pyrkivien aivoimplanttiteknologioiden soveltaminen terveen ihmisen suorituskyvyn parantamiseen on mahdollista. Kynnys tällaiseen käyttöön tulee kuitenkin ainakin lähitulevaisuudessa olemaan korkea, koska mekaaniset interventiot aivokudokseen tulevat pysymään riskialttiina ja kalliina. On todennäköistä, että esimerkiksi muistisuorituksen parantamisesta normaalitasolta ylivoimaiselle ei koidu kenellekään missään olosuhteissa sellaista etua, että riskiä koettaisiin hyväksyttäväksi, varsinkin kun vähemmän riskialttiit transkraniaaliset teknologiat (Thair; Holloway; Newport; & Smith, 2017) ja farmakologiset interventiot (Albertson; Chenoweth; Colby; & Sutter, 2016) (Frati, ym., 2015) ovat myös saatavilla. – Tilanne saattaa kuitenkin muuttua tulevaisuudessa, kun uudenlaiset tavat suorittaa lääketieteellisiä operaatioita kehittyvät, implantti voitaisiin kenties asentaa aivoihin kuljettamalla se paikalleen esimerkiksi nanorobotteja käyttäen verisuoniston kautta.

Farmakologisten ja transkraniaalisten vaihtoehtojen etuna on ennen kaikkea se, että niitä voi kokeilla tilapäisesti, helposti, kotioloissa ja ilman lääkärin suostumusta, kun taas aivoimplantin asentaminen vaatii ammattitaitoista kirurgia, vähintään viikkojen parantumisaikaa ja sitoutumista pysyvään muutokseen omassa aivotoiminnassa (transkraniaalinen suorasähköstimulaatio on tällä hetkellä sääntelyn ulkopuolella ja vaikka suuri osa nootropiineista eli ”aivodopingiin” käytettävistä kemikaaleista on Suomessa luokiteltu reseptilääkkeiksi ovat ne kansainvälisesti varsin helposti saatavissa).

Yhteys aivoista tietokoneisiin

Suorituskyvyn parantamisen lisäksi aivoimplanteilla voidaan kuitenkin myös antaa kokonaan uusia kykyjä, joita muilla menetelmillä ei välttämättä pystytä saavuttamaan. Suurin osa suunnitelmista liittyy suoraan aivo-tietokoneyhteyteen, joka toimiessaan edes yksisuuntaisesti aivoista tietokoneeseen mahdollistaisi merkittävästi

nykyisiä näppäimistöjä nopeamman tekstinsyötön ja ajatuksen nopeudella ohjattavat laitteet. Jo aivojen motorisen kuoren aktivaation ja sormien liikkeiden välisen viiveen poistaminen viilaisi pois satoja millisekunteja vasteajasta. Yksinkertaisimmillaan tällainen perustuu motoriselle aivokuorelle sijoitettujen sensorien käyttöön ja on jatke neuraalisesti ohjatuille proteeseille. Esimerkiksi vuonna 2012 neliraajahalvautunut Jan Scheuermann ohjasi aivoimplantillaan robottikättä syöttämään hänelle suklaata (livescience.com, 2012) ja vuonna 2014 hän käytti samaa metodia lentokonesimulaattorin ohjaamiseen (Phillip, 2015) – aivan samoin kuin me pystymme kädellämme käyttämään monenlaisia työkaluja, pystyy meidän motorisella aivokuorellamme (riittävän harjoittelun jälkeen) ohjaamaan monenlaisia asioita.

Tietokoneelta aivoihin kulkeva yhteys avaisi mielikuvituksellisia mahdollisuuksia, ainakin jos se toimisi visuaalista tai auditiivista havainnointia nopeammin ja tarkemmin, mutta tällä hetkellä meillä ei ole selkeää käsitystä kuinka se olisi mahdollista – on mahdollisen rajoissa että esimerkiksi näköaivokuorelle pystyttäisiin syöttämään tarkkaa ja tunnistettavaa informaatiota suoraan tietokoneelta mutta on kyseenalaista mitä hyötyä tästä olisi normaalinäön omaavalle ihmiselle (näkövammaisten kohdalla tämä olisi tietenkin tärkeä läpimurto) verrattuna älylaseihin tai suoraan verkkokalvolle projisoitavaan informaatioon, jonka kuljettamiseen ja käsittelemiseen meillä on käytössä vuosimiljoonia hyvin toiminut järjestelmä. Koska jokaisen ihmisen aivojen mikrorakenne on ainutlaatuinen, on erittäin epätodennäköistä, että varsinaista monimutkaisempaa informaatiota pystyttäisiin syöttämään suoraan aivoihin ainakaan muualle kuin aistiaivokuorille, joten unelmat hetkessä opitusta pianonsoittotaidosta tai edes automaattisesti ulkoa opitusta luennosta voi unohtaa – sitä vastoin on hyvinkin mahdollista, että aivoimplanttien avulla oppimisnopeus voidaan moninkertaistaa. Onnekkemme tämä tarkoittaa myös sitä, että uskottavien valemuijosten istuttaminen ihmisten mieliin aivoimplanttien avulla ei näillä näkymin näytä mahdolliselta (tai on ainakin helpompaa perinteisillä menetelmillä).

Olisi myös varsin helppoa asentaa jonkinlainen stimulaattori johonkin aivojen mielihyvakeskuksesta tai muuten pyrkiä aivoimplantin avulla joko nostamaan mielialaa, poistamaan kipuja tai säätämään vireystilaa ilman lääketieteellistä perustetta. Tämänkaltaisen aivoimplantti rinnastuisi tarkan toimintamekanisminsa ja käyttäjänsä itsehillinnän perusteella jonnekin reipasta aamu- lenkkiä seuraavan kahvikupin ja kaulavaltimoon jatkuvasti tiputettavan heroiinin välille. Aina-kin nähtävissä olevassa lähitulevaisuudessa voidaan kuitenkin olettaa, että aivoimplantit tulevat olemaan sekä kalliita että ammattitaitoisen lääkärin ohjauksessa käytettäviä, joten tämänkaltaisen ”wireheading” viihdekäyttö tulee tuskin yleisty-
mään (vaikka eräiviäkin mielipiteitä esitetään, esimerkiksi Effective Altruism Forumilla spekuloidaan tämän olevan sivilisaation kuolinnisku (avturchin, 2018))

Eettisiä ja yhteiskunnallisia pohdintoja

Eettiseltä kannalta tarkastellen aivoimplanttien käyttö terapeutisiin tarkoituksiin vaikuttaa ongelmattomalta, ainakin tilanteissa joissa potilaalta on saatu selvä, täydessä ymmärryksessä tehty suostumus hoitoon. Esimerkiksi Parkinsonin taudin hoitoon käytettävä syväaivostimulaattori saattaa aikaansaada vakaviakin sivuvaikutuksia kuten persoonallisuuden muutoksia, mutta niin aikaansaavat samaan tarkoitukseen käytettävät lääkkeetkin. Tämä ei tietenkään tarkoita sitä, etteikö lääketeollisuuden tuotteisiin ja tuotantomekanismeihin liittyisi mahdollisesti vakaviakin eettisiä ongelmia, kuten opioidien tuominen liian nopeasti ja aggressiivisesti markkinoille osoitti (de Shazo;Johnson;Eriator;& Rodenmeyer, 2018), vaan sitä että näiden eettisten ongelmien käsitte-

lyyn on jo valmiita malleja ja instituutioita (Hansson, 2005).

Mielialahäiriöiden hoidossa käytettävien aivoimplanttien kohdalla suositellaan kuitenkin varovaisuutta (Koivuniemi & Otto, 2014). Aivoimplanteilla voi myös olla äkillisiä toimintahäiriöitä, joiden seuraukset voivat olla dramaattisia, vastaten vaikkapa psykoottista episodiat. Perinteisten lääkkeiden kohdalla katsomme, että tällaisessa tilanteessa potilaan vastuu on alentunut, mutta emme katso lääkkeen valmistajan tai lääkettä määränneen lääkärin olevan vastuussa. Lääketieteellisten laitteiden valmistajilla on kuitenkin yleensä katsottu olevan korkeampi vastuu laitteen toiminnasta.

Neurotieteen historiasta tiedetään, että aivokasvaimet voivat saada ihmiset tekemään jopa murhia (Boele;Rooney;Grant;& Klein, 2015), joten ei ole poissuljettua, etteivätkö aivoihin asennettavat sirut voisi saada aikaan myös odottamattomia ja ennakoimattomia käyttäytymisepisodeja. Aivoimplanttien pitkäkestoisista sivuvaikutuksista (esim. 20 vuoden aikajänteellä) on melko vaikea saada kattavaa tutkimusaineistoa kasaan. Mikäli markkinatalouden logiikka ja markkinapropaganda yksin määräävät uusien teknologioiden käyttöönoton tahdistaa, voidaan päätyä samankaltaiseen tilanteeseen kuin opioidien kanssa: vastoin teollisuuden lupauksia, riskit voivatkin osoittautua suuriksi paitsi yksilö- myös yhteisötasolla (Parramore, 2017) (Hadland;Cerdá;& Li, 2018) (Rumman;Burton;& Dawson, 2018). Tämän lisäksi, tietoteknologian kohdalla on aina mahdollista se, että tietoturvasta ei ole pidetty riittävästi huolta; miten suhtautua tilanteeseen, jossa mahdollinen toimintahäiriö aiheutuukin pahantahtoisen hakkerin toiminnasta tai tietokoneviruksesta, ja johtaa onnettomuuksiin?

Tämänkaltaiset laitteet käsittelevät hyvin yksitistä tietoa potilaasta, joten on perusteltua vaatia, etteivät ulkopuoliset pääse millään tavalla käsiksi laitteen tietovirtoihin missään prosessin vaiheessa. Laitteiden valmistajilla on suuri vastuu siitä, että laitteen toimintavarmuus ja tietoturva on niin hyvä kuin mahdollista (Cabrera & Carter-Johnson, 2018) (Nichols, 2018) (Pugh;Pycroft;Sandberg;Aziz;& Savulescu, 2018). Lisäksi on toki perusteltua varmistaa, että hoito on kustannustehokasta, turvallista ja tarkoituksenmukaista verrattuna vaihtoehtoihin, eikä aivoimplantteja tulla tuskin koskaan pitämään ensisijaisena hoitovaihtoehtona. Myös potilaan lähipiirin on tärkeää ymmärtää ja hyväksyä aivoimplantin käyttö (Burwell;Sample;& Racine, 2017).

Tämänkaltaisen teknologian käyttöönoton laajat kerrannaisvaikutukset voivat muuttaa niitä yhteiskunnallisia käytänteitä ja vaatimuksia, joita ihmisten odotetaan noudattavan. Näin on eritoten silloin, jos niistä tulee plastiikkakirurgiaan verrattavaa teknologista itse-ehostusta, joka leviää yhteiskuntaan laajemmin. Tästä syystä olisikin aiheellista käydä huolellinen keskustelu siitä, onko tämänkaltaisen ihmisen ehostaminen sekä eettisesti toivottavaa että kestävä. Internetin käytöstä ei voi työelämässä enää kieltäytyä, entä jos tulevaisuudessa Neural Lace'n kaltainen teknologia on yleisessä käytössä?

Tämän lisäksi, muun kuin lääketieteellisesti perustellun hoidon kohdalla voidaan kysyä, antaisivatko aivoimplantit epäreilua kilpailuetua joissain tilanteissa, johtaisiko kalliin mutta hyödyllisen aivoimplanttitekniologian yleistyminen yhteiskunnalliseen polarisoitumiseen tai jäävätkö ihmiset, jotka eivät suostu ottamaan aivoimplantteja, yhteiskunnan ulkopuolelle? Toisaalta samat kysymykset olisi voitu kysyä älypuhelimien, autojen, rokotusten tai melko lailla minkä tahansa teknologisen innovaation käyttöönoton yhteydessä, eivätkä ne loppujen lopuksi koske niinkään kyseistä teknologiaa

vaan yhteiskunnallisia dynamiikkoja, sosiaalista oikeudenmukaisuutta ja ihmisten itsemääräämisoikeutta. Aivoimplanttitekniologiat ovat kuitenkin ensimmäinen tämänkaltaisen informaatioprosessointitekniologian muoto, joka pitäisi asentuttaa ihmiskehon sisään ja siksi ne toisaalta saattavat määritellä uudelleen sen, mikä on yksityisyyden, inhimillisyyden, yhteiskunnallisen toimijuuden ja osallisuuden raja. Oletettavasti Kiinassa aivoimplanttitekniologian hallinnointiin on erilaiset intressit kuin Euroopassa ja tästä syystä voi olla aiheellista myös päivittää YK:n ihmisoikeussopimuksia.

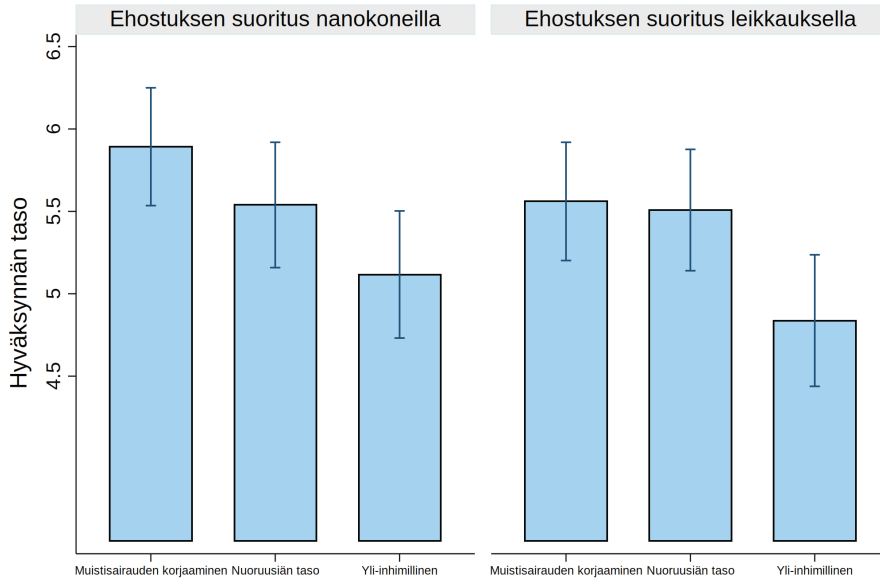
KYSYMYKSET IHMISSYYDEN PERUSLUONTEESTA JA RAJOISTA, SAMOIN KUIN YKSILÖN OIKEUDESTA MUOKATA ITSEÄN HALUAMILLAAN TAVOILLA (JA OTTAA RISKEJÄ NÄIN TEHDESSÄN) OVAT AIVOIMPLANTTIENTIEN KOHDALLA SELVÄSTIKIN VOIMAKKAAMMIN ESILLÄ KUIN USEMPIEN MUIDEN TEKNOLOGIOIDEN (BURWELL;SAMPLE;& RACINE, 2017) (HANSSON, 2005) (STRICKLAND, 2017).

Oleellisempia kysymyksiä siksi ovatkin ”Kuinka turvaamme kaikkien mahdollisuuden käyttää haluamiaan aivoimplantteja” ja/tai ”Kuinka turvaamme ihmisten oikeuden kieltäytyä aivoimplanteista”. Kysymykset ihmisyiden perusluonteesta ja rajoista, samoin kuin yksilön oikeudesta muokata itseään haluamallaan tavoilla (ja ottaa riskejä näin tehdessään) ovat aivoimplanttien kohdalla selvästikin voimakkaammin esillä kuin useimpien muiden teknologioiden (Burwell;Sample;& Racine, 2017) (Hansson, 2005) (Strickland, 2017). Jollei ihmeitä tai katastrofeja tapahdu, voidaan olettaa, että aivoimplanttitekniologioiden sosiaalinen hyväksyntä tulee etenemään samalla tavoin kuin plastiikkakirurgian (Haga, 2018): ensin rajattu hyväksyntä perusteltuun lääketieteelliseen käyttöön ja tottumisen kautta päätöstä aivoimplantin ottamisesta siirrytään pitämään yksilön omana valintana. Tämä mahdollisuus saakin tukea omista kokeistamme, joita esittelemme lyhyesti seuraavaksi.

Moraalipsykologisia näkökulmia

Koesarjassa, jonka tulokset julkaistaan vertaisarvioituna muualla, olemme tarkastelleet sekä biologisten yksilöllisten erojen, että kulttuuristen ja tilannetekijöiden yhteyttä ihmisten taipumuksiin

3. osatutkimus: ANOVA Hyväksynnälle (N = 198)



Kuva 1: Kolmannen osakokeen tulokset. Virhevaihtelu on 95% luottamusväli. Vasemmanpuoleiset palkit ovat: Muistisairauden korjaaminen; Keskimmäiset: Nuoruusiän taso; Oikeanpuoleiset: Yli-inhimillinen suoritustaso

hyväksyä tai paheksua aivoimplanttiteknologian käyttöönottoa.

Kaikki kokeelliset asetelmamme ovat noudattaneet samaa tuplasokkokeasetelmaa, jossa koehenkilö arvotaan avustajien tietämättä yhteen tilanteeseen, jossa he lukevat tarinan henkilöstä, joka asennuttaa aivoihinsa joko muisti-implantin, tunne-elämää tasapainottavan implantin tai älykkyyssosamäärää lisäävän implantin. Kussakin koeasetelmassa tarinan henkilö teknologialla joko korjaa olemassa olevaa vauriota, pyrkii saamaan normaalin toimintakyvyn tai hankkii yli-inhimilliset kyvyt. Teknologiaa kuvaillaan joko kokeiluasteella olevaksi teknologiaksi tai yhteiskunnassa vakiintuneeksi teknologian muodoksi.

Kokeiden perusteella voimme sanoa, että kulttuuriset tekijät liittyvän siihen, kuinka ihmiset hyväksyvät tämänkaltaisen teknologian käyttöä: tietesisfiktion harrastajat suhtautuvat teknologiaan positiivisemmin. Tiedämme myös, että ihmiset tuntevat sosiaalisina eläiminä kovasti välittävän siitä,

miten muut toimivat, eli ihmiset pitävät vakiintunutta aivoimplanttiteknologiaa hyväksyttävämpänä kuin kokeiluasteella olevaa. Tämän lisäksi, yli-inhimillisiä kykyjä antavaa teknologiaa pidetään epäreiluna ja huomattavasti paheksuttavampana kuin muita vaihtoehtoja. Huomasimme myös sen, että etenkin yli-inhimillisiä kykyjä hankkivia ihmisiä pidetään vähemmän ihmisinä, eli heitä dehumanisoidaan selvästi enemmän kuin muita teknologiaa käyttäviä.

Biologisista yksilöllisistä eroista puolestaan voidaan sanoa tutkimustulostemme perusteella sen verran, että sekä persoonallisuuden piirteet että inhoherkkyystaipumukset liittyvät tämän kyseisen teknologian käyttöönoton paheksuntaan. Ihmiset, jotka ovat luontaisesti avoimempia uusille kokemuksille, ovat taipuvaisempia hyväksymään tämän teknologian käyttöä, kun taas ihmiset, jotka kokevat seksuaalista inhoa herkästi, ovat taipuvaisempia paheksumaan tämän teknologian käyttöönottoa. Sama pätee myös nk. pyhyysinhon (moral purity

sensitivity), joka on Jonathan Haidtin löytämä piirre ihmisissä. Pyhyysin on yksilöllisesti vaihteleva piirre, jonka avulla osa ihmisistä tuomitsee erilaisia tapahtumia ja tekoja herkemmin kuin toisia. Esimerkiksi, ihmiset joilla on korkea pyhyysinherkkyyks ovat taipuvaisempia paheksumaan homoseksuaalisuutta, huumeiden käyttöä tai jumalanpilkkaa – ja he ovat taipuvaisempia paheksumaan aivoimplanttien käyttöä. Inhoherkkyyteen ja tieteisfiktioimieltymyksen liittyvät tulokset ovat linjassa tutkimusryhmämme aiempien tulosten kanssa (ihmismielen siirtäminen toiselle alustalle, nk. minduploading (Laakasuo, ym., 2018) ja seksirobotiikka (Koverola, ym., in press).

Ihmisten luonne laumaeläiminä näkyy etenkin siinä, että ihmisten todennäköisyys vastata myöntävästi kysymykseen ”Ottaisitko tällaisen mikrosirun omiin aivoihisi”, muuttuu sen myötä, miten he ajattelevat toisten ihmisten toimivan. Mikäli vastaaja on sitä mieltä, että suurin osa muistakin ihmisistä toimisi kuin he, heidän todennäköisyytensä ottaa tätä teknologiaa käyttöön kasvaa eksponentiaalisesti.

Tutkimustemme perusteella voidaan siis todeta, että tässäkin artikkelissa yllä mainitut intuitiiviset eettiset spekulatiot tuntuvat saavan tukea empiirisestä aineistosta. Sekä kulttuuriset tekijät, kuten näille ideoille ja mahdollisuuksille altistuminen, että tilannetekijät (teknologian vakiintuneisuuden aste), ennustavat ihmisten myönteistä suhtautumista tätä teknologiaa kohtaan. Tästäkin huolimatta ihmiset ovat erilaisia ja yksilölliset erot vaikuttavat myös keskusteluun.

Lopuksi

Kuten yllä oleva teksti osoittaa, aivoimplantit ovat tieteellisessä mielessä mielenkiintoista teknologiaa. Ne tuntuvat liittyvän niin kognitiotieteisiin, neurotieteisiin, kansalaisvapauksiin, ihmisoikeuksiin kuin yhteiskuntajärjestykseenkin liittyviin kysymyksiin. Ne selvästi myös liittyvät niin lääketieteen etiikkaan kuin kognition filosofiaankin ja niihin liittyviä kysymyksiä voidaan myös lähestyä moraalipsykologisista näkökulmista. Ne kytkeytyvät sekä yksilön että yhteiskunnan välistä

suhdetta määritteleviin visaisiin kysymyksiin ja niihin tuntuu liittyvän sekä merkittäviä riskejä että mahdollisuuksia. Kirjoituksemme myös osoittaa sen, että niistä tulisi pikkuhiljaa ruveta käymään melko kattavaa julkista keskustelua, jotta niistä ei vaivihkaa tule teknotalirismien rakennuspalikoita tai vain harvojen ja valittujen etuoikeus, joka johtaa yhteiskuntiemme entistä syvempään polarisaatioon.■

Artikkeli perustuu Edistyksen Päivillä 1.11.2018 pidettyyn esitelmään.

Lähteet

- ALBERTSON, T., CHENOWETH, J., COLBY, D., & SUTTER, M. (2016). The Changing Drug Culture: Use and Misuse of Cognition-Enhancing Drugs. *FP Essentials*.
- ALEXANDER, J. (2014, Kesäkuu 3). The Prosthetic DEKA Arm Is Hackable and a Legal Mess. Retrieved from Motherboard: https://motherboard.vice.com/en_us/article/ezvvvz/the-deka-arm-is-hackable-and-that-might-open-up-a-legal-can-of-worms
- AVTURCHIN. (2018, Marraskuu 12). Wireheading as a Possible Contributor to Civilizational Decline. Retrieved from Effective Altruism Forum: <https://forum.effectivealtruism.org/posts/ZLPEju49nGxy-4cFkf/wireheading-as-a-possible-contributor-to-civilizational>
- BOELE, F., ROONEY, A., GRANT, R., & KLEIN, M. (2015). Psychiatric symptoms in glioma patients: from diagnosis to management. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 1413–1420.
- BURWELL, S., SAMPLE, M., & RACINE, E. (2017). Ethical aspects of brain computer interface: a scoping review. *BMC Medical Ethics*.
- CABRERA, L., & CARTER-JOHNSON, J. (2018, Huhtikuu 3). It's not my fault, my brain implant made me do it. Retrieved from The Conversation: <https://theconversation.com/its-not-my-fault-my-brain-implant-made-me-do-it-91040>
- CLITES, T., CARTY, M., ULLAURI, J., CARNEY, M., MOONEY, L., DUVAL, J.-F., . . . HERR, H. (2018).

- Proprioception from a neurally controlled lower-extremity prosthesis. *Science Translational Medicine*.
- DE SHAZO, R., JOHNSON, M., ERIATOR, I., & RODENMEYER, K. (2018). Backstories on the US Opioid Epidemic. *Good Intentions Gone Bad, an Industry Gone Rogue, and Watch Dogs Gone to Sleep*. *The American Journal of Medicine*, 595–601.
- FRATI, P., KYRIAKOU, C., DEL RIO, A., MARINELLI, E., MONTANARI VERGALLO, G., ZAAMI, S., & BUSARDÒ, F. (2015). Smart Drugs and Synthetic Androgens for Cognitive and Physical Enhancement: Revolving Doors of Cosmetic Neurology. *Current Neuropharmacology*.
- FU, T.-M., HONG, G., ZHOU, T., SCHUHMAN, T., VIVEROS, R., & LIEBER, C. (2016). Stable long-term chronic brain mapping at the single-neuron level. *Nature Methods*, 875–882.
- HADLAND, S., CERDÁ, M., & LI, Y. (2018). Association of Pharmaceutical Industry Marketing of Opioid Products to Physicians With Subsequent Opioid Prescribing. *JAMA Internal Medicine*.
- HAGA, S. (2018). A Brief Comparative History Analysis: Plastic Surgery and Gene Editing. *Gender and the Genome*, 56–61.
- HAMPSON, R., SONG, D., ROBINSON, B., FETTERHOFF, D., DAKOS, A., ..., & DEADWYLER, S. (2018). Developing a hippocampal neural prosthetic to facilitate human memory encoding and recall. *Journal of Neural Engineering*.
- HANSSON, S. O. (2005). Implant Ethics. *Journal of Medical Ethics*, 519–525.
- HARARI, Y. N. (2016). *Homo Deus: A Brief History of Tomorrow*. Lontoo: Harvill Secker.
- HARI, R. (2018). Tiedämmekö miten ihmisaivot toimivat? *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*, 1715–21.
- HARRISON, H., & MINSKY, M. (1993). *The Turing Option*. Lontoo: Grand Central Publishing.
- HONG, G., YANG, X., ZHOU, T., & LIEBER, C. (2018). Mesh electronics: a new paradigm for tissue-like brain probes. *Current Opinion in Neurobiology*, 33–41.
- HOUSTON, B., THOMPSON, M., KO, A., & CHIZECK, H. (2018). A machine-learning approach to volitional control of a closed-loop deep brain stimulation system. *Journal of Neural Engineering*.
- JEFFRIES, A. (2018, Kesäkuu 19). This Brain Implant Could Change Lives. Retrieved from Bloomberg Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=_6oNoLWcDqw
- KOIVUNIEMI, A., & OTTO, K. (2014). When “altering brain function” becomes “mind control”. *Frontiers in Systems Neuroscience*.
- Koverola, M., Drosinou, M., Palomäki, J., Halonen, J., Anton Kunnari, A., Repo, M., . . . Laakasuo, M. (in press). Moral Psychology of Sex Robots: an experimental study-- How Pathogen Disgust is associated with interhuman sex but not interandroid sex . Lecture Notes in Computer Science: Proceedings of Fourth International Congress on Love and Sex with Robots, preprint DOI 10.31234/osf.io/58pzb.
- LAAKASUO, M., DROSINO, M., KOVEROLA, M., KUNNARI, A., HALONEN, J., LEHTONEN, N., & PALOMÄKI, J. (2018). What makes people approve or condemn mind upload technology? Untangling the effects of sexual disgust, purity and science fiction familiarity. Palgrave Communications.
- LIVESCENCE.COM. (2012, Joulukuu 17). Paralyzed woman controls robotic arm with her mind. Retrieved from CBS News : <https://www.cbsnews.com/news/paralyzed-woman-controls-robotic-arm-with-her-mind/>
- NICHOLS, S. (2018, Lokakuu 29). Pain in the brain! Kaspersky warns of hackable brain implants. Retrieved from The Register: https://www.theregister.co.uk/2018/10/29/hacked_brain_implants/
- PARRAMORE, L. (2017). “Worse Than Big Tobacco”: How Big Pharma Fuels the Opioid Epidemic. Institute for New Economic Thinking.
- PHILLIP, A. (2015, Maaliskuu 3). A paralyzed woman flew an F-35 fighter jet in a simulator — using only her mind. Retrieved from The Washington Post: https://www.washingtonpost.com/news/speaking-of-science/wp/2015/03/03/a-paralyzed-woman-flew-a-f-35-fighter-jet-in-a-simulator-using-only-her-mind/?utm_term=.11a42aed2277
- PUGH, J., PYCROFT, L., SANDBERG, A., AZIZ, T., & SAVULESCU, J. (2018). Brainjacking in deep brain stimulation and autonomy. *Ethics and Information Technology*, 219–232.
- RUMMANS, T., BURTON, C., & DAWSON, N. (2018). How Good Intentions Contributed to Bad Outcomes: The Opioid Crisis. *Mayo Clinic Proceedings*, 344–350.

- SANFORD, K. (2018, Huhtikuu 4). Will This “Neural Lace” Brain Implant Help Us Compete with AI? Retrieved from Nautilus: <http://nautil.us/blog/-will-this-neural-lace-brain-implant-help-us-compete-with-ai>
- STRICKLAND, E. (2017, Marraskuu 13). Q&A: The Ethics of Using Brain Implants to Upgrade Yourself. Retrieved from IEEE Spectrum: <https://spectrum.ieee.org/the-human-os/biomedical/ethics/the-ethics-of-using-brain-implants-to-upgrade-yourself>
- THAIR, H., HOLLOWAY, A., NEWPORT, R., & SMITH, A. (2017). Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS): A Beginner’s Guide for Design and Implementation. *Frontiers in Neuroscience*.
- WEISS, J., FLESHER, S., ROBERT FRANKLIN, R., COLLINGER, J., & GAUNT, R. (2018). Artifact-free recordings in human bidirectional brain–computer interfaces. *Journal of Neural Engineering*.
- YLIKOSKI, J., & RAIVIO, M. (1997). Kuulemisen uudet apuvälineet. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*, 1223.