

Työuupumus — onko aivot unohdettu?

JOHDANTO

”Alussa olivat suo, kuokka ja Jussi”(1). Nyt ovat pilvipalvelu, läppäri ja Oskari. Modernin tietoyhteiskunnan työympäristö, tarvittavat työkalut ja osaaminen sekä työn aiheuttama kuormitus ovat muuttuneet oleellisesti sitten agraariyhteiskunnan. Siinä missä Jussi tarvitsi hyviä hartiavoimia, Oskarin vahvuus on hartioiden välissä. Tänä päivänä työ tehdään aivoilla ja myös työn aiheuttama kuormitus kohdistuu aivoihin. Tästä huolimatta tuki- ja liikuntaelimestöön kohdistuviin kuormitustekijöihin ja niiden aiheuttamiin haittoihin kiinnitetään edelleen enemmän huomiota kuin aivojen hyvinvointiin ja aivokuormitukseen.

AIVOKUORMITUS MODERNISSA TYÖELÄMÄSSÄ

Työn kuormitustekijät ja altisteet on perinteisesti jaoteltu fyysisiin, fysikaalisiin, kemiallisiin, biologisiin ja psykososiaalisiin kuormitustekijöihin. Aivokuormitus on paikantunut osaksi psykososiaalisia tekijöitä, joissa painopisteenä on työn sisältö ja järjestelyt sekä työyhteisön sosiaalinen toimivuus. Aivokuormitus on kuitenkin ymmärrettävissä omana kokonaisuutenaan painottuen lisääntyviin affektiivisiin, kognitiivisiin ja sosiaalisiin vaatimuksiin modernissa työelämässä. Aivojen yksilölliset vahvuus- ja haavoittuvuustekijät sekä elämän muiden osa-alueiden suojaavat ja kuormittavat vaikutukset tulee myös huomioida yksilön kokonaisaivokuormitusta arvioitaessa. Työterveyshuollossa, psykiatrien ja neurologien vastaanotoilla liiallinen aivokuormitus näkyy monenlaisena oireiluna, työuupumuksena ja työkyvyn heikkene misenä.

Mielenterveyden häiriöiden vuoksi saatujen päivärahojen osuus on kasvanut merkittävästi viime vuosina samalla, kun ylikuormittuneisuuden ja työuupumukseen yleisesti liittyvät oireet ovat lisääntyneet. Vuonna 2018 mielenterveyden häiriöt nousivat yleisimmäksi sairauspäivärahan syyksi ohi tuki- ja liikuntaelinsairauksien. Kansaneläkelaitos maksoi sairauspäivärahaa mielen-

terveyden häiriöiden perusteella 5,2 miljoonalta päivältä 84 000 palkansaajalle vuonna 2019. Mielenterveyden häiriöiden vuoksi sairauspäivärahaa saaneiden määrä on kasvanut vuodesta 2016 lähes puolella.(2.) Vuoden 2018 työolotutkimuksessa 15–64 vuotiaista palkansaajista 40% koki vähintään kerran viikossa väsymystä ja tarmottomuutta, 40% univaikeuksia, 25% ärtyneisyyttä ja jännittyneisyyttä ja 11% koki, että kaikki käy yli voimien. Muistin ja keskittymiskyvyn vaikeutusta koki yli neljännes palkansaajista. Merkittävien palkansaajien kokemaa vaaraa työelämässä on vakava työuupumus.(3)

Työuupumuksen osuudesta sairauspoissaoloissa ei ole saatavilla luotettavaa tilastollista tietoa. Tämä selittyy osin sillä, että työuupumusta ei pidetä Suomessa sairautena, joka oikeuttaisi sairauspäivärahaan. Työuupumusta pidetään oireyhtymänä, joka liittyy sekä yksilön haavoittuvuustekijöihin että työn kuormitustekijöihin. Tästä syystä moni työuupunut on sairauslomalla mielenterveyden häiriön kuten masennuksen vuoksi. Työuupumukseen liittyy usein masennus, mutta kaikki uupuneet eivät kuitenkaan ole masentuneita tai ainakaan niin vakavasti masentuneita, että se olisi keskeinen syy työkyvyttömyyteen. Koska masennus on sairauspäivärahaan oikeuttava diagnoosi ja vastaavasti työuupumus ei ole, on todennäköistä, että osa masennusdiagnoosilla sairauslomalla olevista on todellisuudessa työuupuneita. Tästä tiedon vinoumasta voi olla seurausena se, että yksilön työkykyä ylläpitävien ja korjaavien toimenpiteiden kehittäminen, tutkiminen ja kohdentaminen ei toteudu parhaalla mahdollisella tavalla.

AIVOTUTKIMUKSEN JALKAUTUMINEN KÄYTÄNTÖÖN ON HIDASTA

Mielenterveyden häiriöiden diagnosointi on kehittynyt viimeisten vuosikymmenien aikana. Masennus luokiteltiin vasta 1980-luvulta lähtien sairaudeksi. Lääketieteen suhtautuminen työuupumuk-

seen tänä päivänä on verrattavissa siihen, miten masennukseen suhtauduttiin aiemmin. Masennustakaan ei pidetty sairautena, vaan ensisijaisesti masennuksen nähtiin liittyvän johonkin elämän vastoinkäymiseen. Aivotutkimuksen edistyttyä tiedämme, että psykososiaalisten kuormitustekijöiden lisäksi masennukseen liittyy monenlaisia biologisia tekijöitä ja aivotoimintojen muutoksia.

Myös työuupumukseen liittyy monenlaisia aivotoimintojen muutoksia, mutta siitä huolimatta työuupumus nähdään edelleen lähinnä psykologisesta näkökulmasta. Arvioinnissa painottuvat psykologiset oireet, kuten kynnistyminen omaan työhön ja ammatillisen itsetunnon heikkeneminen. Toisaalta jätämme huomioimatta tiedon siitä, mitä pitkään jatkuva liiallinen stressi aiheuttaa aivoille, aivojen rakenteelle ja toiminnalle. Siitä huolimatta, että työuupumus on merkittävä kansanterveysongelma, lääketiede on vielä toistaiseksi ummistanut silmänsä työuupumukselta.

Mistä tämä sitten johtuu? Osin tämä liittyy vanhaan filosofiseen kysymykseen aivojen ja mielen suhteesta. Lisäksi taustalla vaikuttanee aivoja ja mielentoimintoja sekä niiden häiriöitä tutkivien ja hoitavien alojen historiallinen kehitys ja rajapinnat. Tänä päivänä tiedämme, että kaikille mielentoiminnoille on olemassa hermostolliset vastineensa ja siten aivojen toimintaa ei voida työuupumuksessaan ohittaa. Kun neurologia ja psykiatria aikanaan erosivat toisistaan omiksi erikoisaloikseen, aivojen toiminnanhäiriöt jäivät neurologien ja mielentoimintojen häiriöt psykiatrien vastuulle. Aivojen normaalia toimintaa tutki puolestaan neurotiede, kun taas mielen toimintaa psykologia. Kun neurotieteen, psykologian ja kognitiotieteen merkittävämpi vuorovaikutus lisääntyi, kehittyi mielen toimintojen ja erityisesti tiedonkäsittelytoimintojen hermostollista perustaa tutkiva kognitiivinen neurotiede. Vasta 1990-luvulla aivotutkimuksen uudet menetelmät, kuten funktionaalinen aivojen magneettikuvannus (fMRI), antoi ainutlaatuisen mahdollisuuden tutkia reaaliajassa, mitkä aivoalueet olivat aktiivisia missäkin mielentoiminnossa. Neuropsykologia oli jo aiemmin yhdistänyt tiettyjä mielen toimintoja tiettyihin aivoalueisiin tutkimalla potilaita, joilla oli paikallinen aivovaurio ja sen seurauksena haasteita joissakin tiettyissä tiedonkäsittelytoiminnoissa. Aivotutkimuksen uudet menetelmät edistivät myös tunteiden aivotaustaa tarkastelevan uuden tieteen alan, affektiivisen

neurotieteen, kehitystä 2000-luvulta alkaen. Huolimatta kognitiivisen ja affektiivisen neurotieteen kehityksestä työuupumuksen määrittely perustuu edelleen osin Herbert Freudenberger 40 vuotta sitten kuvaamiin psykologisiin ilmiöihin, kuten kynnistymiseen, jota esiintyy erityisesti tunnekuormittuneella hoitohenkilökunnalla.

TYÖUUPUMUKSEN JÄLJET AIVOISSA

Mitä biologisia ilmiöitä pitkittyneeseen ja liialliseen stressiin ja työuupumukseen sitten liittyy? Rakenteellisina muutoksina on havaittu erityisesti negatiivisiin tunteisiin, kuten pelkoon, liittyvän mantelitumakkeen suurenemista sekä käyttäytymistä säätelevien etuotsalohkojen aivokuoren ohentumista (4). Mantelitumakkeen suureneminen ja toisaalta mantelitumakkeen ja etuotsalohkojen yhteyksien häiriintyminen saattaa edelleen lisätä stressireaktiota ja negatiivisten tunneärsykkeiden aivovaikutuksia, kun etuotsalohkojen tunnereaktioiden säätely heikkenee (5). Mantelitumakkeella on keskeinen rooli ahdistuneisuudessa ja mahdollisesti myös toiminnallisissa häiriöissä, jotka ovat yleisiä työuupuneilla. Rakenteellisten muutosten lisäksi on alustavaa tutkimustietoa myös työuupumuksen vaikutuksista aivojen välittäjäaineisiin. Tutkimuksissa on havaittu hyvin samankaltaisia muutoksia kuin masentuneilla, kuten noradrenaliinivälityksen heikkeneminen (6).

Noradrenaliinilla on tärkeä rooli aivojen korkeimmissa tiedonkäsittelytoiminnoissa, toiminnanohjaustoiminnoissa, joita tarvitaan ajattelun sekä tunteiden ja käyttäytymisen säätelyyn. Noradrenaliinivaikutuksen heikkenemisellä lienee keskeinen merkitys sekä masennuksen että uupumuksen aiheuttamissa toiminnanohjaustoimintojen haasteissa. Noradrenaliini vastaa sopeutumisesta kuormittaviin tilanteisiin ja sopivan tasoinen hetkellinen stressi voi jopa parantaa tiedonkäsittelytoimintojamme, kuten tarkkaavuutta ja toiminnanohjausta. Kuitenkin pitkäkestoisena ja liiallisena stressi ja työuupumus heikentävät aivojen tiedonkäsittelytoimintoja ja muuttavat tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen taustalla olevien hermoverkostojen toimintaa (7).

Aivojen rakenteiden ja yhteyksien sekä sähköisen ja kemiallisen toiminnan muutokset tarjoavat biologisen taustan työuupumusoireille. Vastaavia aivotoimintojen muutoksia voi toki syntyä myös muun kuin työhön liittyvän ylikuormituksen vuoksi. Työuupumuksen tausta lienee usein

monitekijäinen aivan kuten masennuksenkin. Biologisten tekijöiden tarkemman roolin selvittäminen on kuitenkin tärkeää sekä diagnostiikan että hoidon kehittymisen näkökulmasta. Esimerkiksi aivojen kognitiivisten ja affektiivisten toimintojen ja autonomisen hermoston muutosten parempi ymmärtäminen työuupumuksessa avaa ikkunan mahdollisten uusien hoitojen tutkimiselle.

AIVOKUORMITUS JA TOIMINNAOHJAUksen HAASTEET

Hyviä toiminnanohjaustoimintoja tarvitaan terveen mielialan ylläpidossa ja tunteiden säätelyssä sekä monenlaisissa eri tiedonkäsittelytoimintoja kuormittavissa arjen haasteissa eli tänä päivänä lähes kaikissa työtehtävissä. Toiminnanohjaustoimintojen tehokkuuden voidaan ajatella heijastavan aivoterveyttä, aivojen hyvinvointia ja toisaalta aivokuormitusta (8). Nämä aivojen toimintahierarkian korkeimmalla huipulla olevat toiminnot ovat herkkä indikaattori monenlaisille eri aivojen kuormitustekijöille, sairauksille ja vaurioille, jotka häiritsevät etuotsalohkopiirien normaalia toimintaa. Terveelläkin ihmisellä toiminnanohjaustoimintojen tehokkuus vaihtelee päivästä ja hetkestä toiseen riippuen siitä, kuinka vireä, levännyt tai kuormittunut on.

Toiminnanohjaustoimintojen heikentyminen on erittäin yleistä työuupuneilla ja lienee yksi keskeinen syy heikentyneeseen työkykyyn, vaikka aiemmin mainituista syistä luotettavaa tilastollista tietoa asiasta ei ole. Käytännössä toiminnanohjauksen ongelmat jäävät usein kuitenkin kokonaan huomaamatta. Terveystieteiden ammattilaisillakaan, saati sitten työnantajalla tai työntekijällä, ei ole useinkaan riittävästi tietoa siitä, millaisia toiminnanohjaustoimintoja työn tekeminen edellyttää eikä toisaalta siitä, miten aivojen kuormitus tai aivosairaudet toiminnanohjaustoimintoja heikentävät.

Muistin ja keskittymisen haasteet ovat olleet laajalti esillä ja ovat paremmin tunnistettuja haasteita, mutta aloitekyvyn, oman toiminnan monitoroinnin ja säätelyn, joustavan ajattelun ja toiminnan, tunnesäätelyn ja työmuistin haasteet sekä monet muut toiminnanohjaustoiminnot jäävät usein täysin arvioimatta ja huomioimatta siitä huolimatta, että niillä on valtava vaikutus työ- ja toimintakykyyn, mielialaan ja hyvinvointiin. Aivokuormituksen aiheuttamien toiminnanohjauksen haasteiden huomiointi vaatii sekä riit-

tävää asiantuntemusta että arviointimenetelmien kehittämistä.

TYÖTERVEYSHUOLLON JA TYÖNANTAJAN VASTUU

Jotta edellä mainittuja työ- ja toimintakyvyn haasteita voitaisiin ennaltaehkäistä, työnantajan ja työterveyshuollon ammattilaisten tulisi tunnistaa ajoissa ja kattavasti aivoterveyttä vaarantavat kuormitustekijät sekä altisteet ja puuttua niihin välittömästi tarpeellisilla toimenpiteillä. Työturvallisuuslaki (738/2002)(9) velvoittaa työnantajan huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Aivoterveystä huolehtiminen ja aivokuormituksen arviointi ovat siten osa työnantajan lakisääteistä työturvallisuusvastuuta. Työntekijän aivoterveyttä ja aivoturvallisuutta on suojeltava aivan samoin, kuin mitä tahansa kehon osaa tai elintä terveyttä vaarantavilta kuormitustekijöiltä ja altisteilta, kuten keuhkoja asbestilta. Työturvallisuuslain näkökulmasta ei ole oleellista, onko sairauden taustalla haitallinen fyysinen vai psyykinen työpaikan ympäristötekijä eikä sillä, kohdistuuko haitta keuhkoihin vai aivoihin.

Aivot ovat huomattavasti monimutkaisempi ja hienovaraisempi elin kuin keuhkot, emmekä vielä täysin tunne sen kaikkia toimintoja. Lisäksi lähes kaikki muu ihmisessä voidaan korvata paitsi aivot. Aivossa on persoonamme, ajatusemme ja osaamisemme. Aivot ovatkin juuri se elin, jolla työ tehdään. Modernissa työelämässä tarvitsemme erityisesti aivojen korkeimpia toimintoja, joiden tehokkuus vaarantuu liiallisessa aivokuormituksessa. Näistä syistä tarvitsemme huomattavasti enemmän resursseja aivokuormituksen tunnistamiseen ja aivohyvinvoinnin edistämiseen työelämässä. Tämä edellyttää uuden tiedon, työvälineiden ja asiantuntemuksen lisäksi poliittista tahtoa kehittää työelämän käytäntöjä aivoja huomioiden.

Miltä kaikelta aivojamme tulee suojata? Perinteisesti ergonomia on käsitetty fyysisen työympäristön muokkaamiseksi sellaiseksi, ettei siitä koidu erityistä terveydellistä haittaa työntekijälle. Tämän päivän työelämä vaatii kuitenkin laajempaa ergonomiakäsitystä, joka huomioi aivoja kuormittavien informaatioärsykkeiden merkittävän lisääntymisen työssä. Kognitiivisen ergonomian muistilista (10) ohjaa arvioimaan seuraavia asioita: näkö- ja kuuloergonomia, muistikuorma, kommunikointi ja ohjeistukset, päätöksenteko,

osaaminen, uuden oppiminen, työympäristön häiriötekijät, keskeytykset, tietotulva ja monitehtävävaatimukset sekä työvälineet.

Informaatioergonomia puolestaan suuntaa huomion laaja-alaisesti informaation käsittelyyn liittyviin sosiaalisiin ja kognitiivisiin ulottuvuuksiin. Keskiössä on työntekijän ja digitaalisen työympäristön vuorovaikutuksen huomioiminen kokonaisvaltaisesti (11). Aivoterveysten tukemiseksi riskit tulee tunnistaa ja kehittää työtä siten, että turhaa aivokuormaa ei synny ja saamme tehdä työtä kognitiivisesti kestäväällä tavalla aivojamme kunnioittaen. Esimerkiksi työn organisoinnilla, organisaatiokulttuurilla, johtamisella sekä työtiimien käytännöillä on merkittävä rooli työn informaatiokuormituksen ja sen hallinnassa (12).

TUNTEET AIVOJEN KUORMITAJANA

Kognitiivisen ja informaatioergonomian lisäksi huomion tulee kiinnittyä myös affektiiviseen ergonomiaan. Arvostava, oikeudenmukainen ja tunnetasolla turvallinen työilmapiiri tukevat aivojen hyvinvointia ja antavat parhaat edellytykset myös toiminnanohjaustoiminnoille. Vastaavasti epäoikeudenmukainen, mitätöivä ja turvaton työilmapiiri kuormittavat aivoja ja kaappaavat aivojen tiedonkäsittelyresurssit näiden uhkien käsittelyyn työtehtävistä suoriutumisen sijaan. Kyseessä ei ole työntekijän tekemä tietoinen valinta vaan automaattinen aivojen tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen priorisointi uhkien käsittelyyn (13–16), jolloin työtehtäviin kohdennettava aivokapasiteetti jää pienemmäksi kuin tunnetasolla turvallisessa ympäristössä. Työajan seuranta voidaan tehdä minuuttilleen, mutta sitä, montako prosenttia aivojen kapasiteetista on työtehtävien käytössä ja montako prosenttia huonon työilmapiirin aiheuttamien haasteiden ratkomisessa, emme pysty vielä mittaamaan. Sekä työntekijän että työnantajan ehdoton etu on, että turhaa kapasiteettia ei kulu negatiivisen tunnekuormituksen käsittelyyn. Aivoja ei kuitenkaan voi vaatia tai pakottaa vaan niitä täytyy vaalia, jotta niiden täysi potentiaali saadaan käyttöön. Samalla turvataan työntekijän aivojen ja mielen hyvinvointi.

Tunnistamme jo hyvin, kuinka melulle altistuminen voi johtaa pysyvään kuulovaurioon, kemikaaliroiske vakavaan silmävaurioon, isku päähän aivovammaan ja osamme välttää näitä

riskejä suojautumalla asianmukaisesti. Eri aivokuormitustekijöiden tunnistaminen, arviointi ja niihin puuttuminen ovat osin uutta ja haasteellista, mutta sitäkin tärkeämpää työntekijöiden työkyvyn ylläpitämiseksi. Tähän valtavaan yhteiskunnalliseen haasteeseen pyrimme vastaamaan Kestävä Aivoterveys- hankkeessa.

KESTÄVÄ AIVOTERVEYS -HANKE

Kestävä aivoterveys -hankkeessa pyrimme tunnistamaan erilaisia aivojen kuormitukseen vaikuttavia tekijöitä sekä kehitämme toimintatapoja ja työvälineitä näiden kuormitustekijöiden käsittelemiseksi. Lisäksi selvitämme non-invasiivisen neuromodulaation, transkutaanisen vagushermostimulaation, vaikutuksia aivojen tunne- ja tiedonkäsittelytoimintoihin (17) sekä aivokuormitukseen. Hankkeessa perehdytään kognitiiviseen-, informaatio- ja affektiiviseen ergonomiaan sekä itsensä johtamiseen. Kohderyhminä edustaen eri lailla kuormittavia ammattialoja ovat IT-alan ammattilaiset, opettajat ja terveydenhuollon hoitohenkilökunta. Lisäksi hanke selvittää koronatilanteen vaikutuksia työhyvinvointiin ja aivoterveysteen peruskoulun opettajilla. Edelleen tunnistetaan eettiseen kuormitukseen vaikuttavia tekijöitä ja kehitetään työvälineitä näiden kuormitustekijöiden käsittelemiseksi. Osa hankkeen keskeistä yhteiskunnallista vaikuttavuutta liittyy yleisen tietouden lisäämiseen aivokuormituksesta ja sen vaikutuksesta mielentoimintoihin kuten toiminnanohjaustoimintoihin. Tietouden lisääminen palvelee kognitiivisen ja affektiivisen ergonomian jalkauttamista ja aivoterveysteen optimointia laajemminkin koko yhteiskunnan tasolla.

Hanketta koordinoi Tampereen ammattikorkeakoulu Oy. Hankkeen osatoteuttajat ovat Tampereen korkeakoulusäätiö, Oulun ammattikorkeakoulu Oy ja Pirkanmaan Sairaanhoidopiirin kuntayhtymä, Tays Käyttätymisneurologian tutkimusyksikkö. Hanketta rahoittaa Sosiaali- ja terveysministeriö Euroopan sosiaalirahastosta (ESR). Hanke on valittu yhdeksi EU:n rahoittamista menestys Hankkeista. Hanke luo pohjan työelämän välttämättömälle evoluutiolle, jossa työn tekeminen ja työvälineet suunnitellaan aivojen hyvinvointi huomioiden ja siten turvataan yksilön työkyky, työn tuottavuus ja yhteiskunnan menestys jatkossakin.

LOPUKSI

Sisu auttoi Jussia kuokkimaan suon hartiavoimin. Mutta Oskari ei kuoki suota, tässä ei sisu auta vaan tarvitaan uusia keinoja. Työelämän aiheuttamaan aivojen kuormitukseen on käytännöllisintä reagoida muuttamalla työelämän toimintatapoja. Uudet johtamisen menetelmät, joiden mielekkäisyys arvioidaan sekä aivo- että sosiaalitutkimuksen avulla, ovat paras työkalu parannettaessa työelämän laatua. Aivoterveystieteen kannalta kriittisiä ja vahingollisia nykytyöelämän piirteitä voidaan monitieteisen tutkimuksen avulla tunnistaa, ja niitä voidaan eliminoida kehittämällä työelämän eettistä normistoa ja johtamiskäytänteitä. Monitieteinen tutkimus- ja kehittämisote, fysiologisen, psykologisen ja sosiaalitieteellisen osaamisen nitominen yhteen ja laaja-alaisen tutkimusosaamisen ottaminen kehitystyön pohjaksi avaavat parhaiten tietä aivoterveystieteen parantamiseen.

KAISA M. HARTIKAINEN

LT, Neurologian erikoislääkäri, dosentti, Käyttäytymisneurologian tutkimusryhmän johtaja, Käyttäytymisneurologian tutkimusyksikkö TAYS, PSHP

MIA PIHLAJA

LK, tutkija

käyttäytymisneurologian tutkimusyksikkö TAYS, PSHP

Sari Räisänen

TtT, dosentti, yliopettaja,

Tampereen ammattikorkeakoulu Oy

LAURA BORDI

FM, tutkija

Tampereen yliopisto

PERTTI SAARILUOMA

VTT, dosentti

Tampereen yliopisto

KATI PÄÄTALO

TtT, yliopettaja

Oulun Ammattikorkeakoulu Oy

MIRVA KOLONEN

TtM, lehtori

Tampereen ammattikorkeakoulu Oy,

Projektipäällikkö

Kestävä aivoterveysshanke

LÄHTEET

1. Linna V. Täällä Pohjantähden alla. WSOY;1959.
2. Kela. Taskutilasto 2020. Helsinki: Kela; 2020. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020060942335>
3. Sutela H, Pärnänen A, Keyriläinen M. Digiajan työelämä-Työolotutkimuksen tuloksia 1977–2018. Helsinki; 2019.
4. Savic I. Structural changes of the brain in relation to occupational stress. *Cereb Cortex* 2015;25:1554–1564. doi: 10.1093/cercor/bht348
5. Golkar A, Johansson E, Kasahara M, et al. The influence of work-related chronic stress on the regulation of emotion and on functional connectivity in the brain. *PLoS One* 2014 Sep 3;9(9):e104550. doi: 10.1371/journal.pone.0104550
6. Yao Y, Zhao S, Zhang Y, et al. Job-related burnout is associated with brain neurotransmitter levels in Chinese medical workers: a cross-sectional study. *J Int Med Res* 2018;46:3226–3235. doi: 10.1177/0300060518775003
7. Sokka L. Burnout in the brain at work. Unioninkatu. Helsingin yliopisto 2017. Luettu 22.1.2021. <http://hdl.handle.net/10138/177421>
8. Erkkilä M, Peräkylä J, Hartikainen KM. Executive functions and emotion-attention interaction in assessment of brain health: Reliability of repeated testing with executive RT test and correlation with BRIEF-A questionnaire. *Front Psychol* 2018 Dec 11;9:2556. doi: 10.3389/fpsyg.2018.02556.
9. Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>;
10. Kalakoski V, Käpykangas S, Valtonen T, ym. Kognitiivisen ergonomian parantaminen hoitotyössä. Helsinki: Työterveyslaitos; 2018.
11. Franssila H, Okkonen J, Savolainen R. Developing measures for information ergonomics in knowledge work. *Ergonomics* 2016;59:435–448. doi: 10.1080/00140139.2015.1073795
12. Bordi L, Okkonen J. Informaatioergonomian näkökulma tietotyöhön. Kalevi Sorsa -säätö; 2018. <https://sorsafoundation.fi/laura-bordi-jussi-okkonen-informaatioergonomian-nakokulma-tietotyohon/>
13. Hartikainen KM, Siiskonen AR, Ogawa KH. Threat interferes with response inhibition. *Neuroreport* 2012;23:447–450. doi: 10.1097/WNR.0b013e3283531e74
14. Hartikainen KM, Ogawa KH, Knight RT. Trees over forest: Unpleasant stimuli compete for attention with global features. *Neuroreport* 2010;21:344–348. doi: 10.1097/WNR.0b013e328336eeb3

15. Hartikainen KM, Ogawa KH, Soltani M, et al. Emotionally arousing stimuli compete for attention with left hemispace. *Neuroreport* 2017;18:1929–1933. doi: 10.1097/WNR.0b013e3282f1ca18
16. Hartikainen KM, Ogawa KH, Knight RT. Transient interference of right hemispheric function due to automatic emotional processing *Neuropsychologia* 2000;38:1576–1580. doi: 10.1016/s0028-3932(00)00072-5
17. Pihlaja M, Failla L, Peräkylä J, Hartikainen KM. Reduced Frontal Nogo-N2 With Uncompromised Response Inhibition During Transcutaneous Vagus Nerve Stimulation—More Efficient Cognitive Control? *Front Hum Neurosci* 2020; Oct 6;14:561780. doi: 10.3389/fnhum.2020.561780