

Returning from oblivion: imaging the neural core of consciousness

Jaakko W. Långsjö^{1,2,*}, Michael T. Alkire^{3,4,*}, Kimmo Kaskinoro⁵, Hiroki Hayama³, Anu Maksimov⁵, Kaike K. Kaisti¹, Sargo Aalto¹, Riku Aantaa⁵, Satu K. Jääskeläinen⁵, Antti Revonsuo^{6,7}, Harry Scheinin^{1,8,9}

*Kirjoittajilla samanarvoinen osuus työstä.

J Neurosci, julkaistu verkossa 4.4.2012

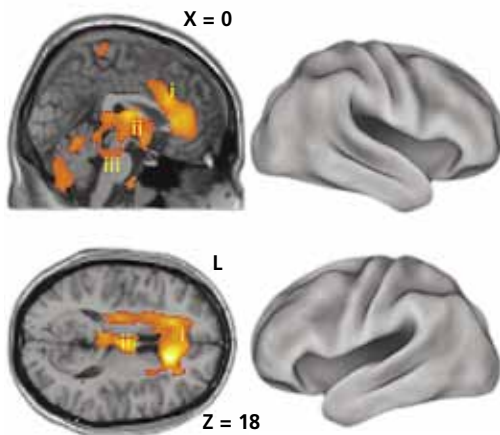
DUODECIM-
TEEMA 2010–12



Kliininen tutkimus

Aivojen syvät rakenteet ovat kriittisiä ihmisen tajunnalle

Tajunnan palautuminen anestesiasta edellyttää aivojen syvien ja lajinkehityksellisesti vanhojen alueiden aktivoitumista, mutta vain vähäistä aivokuoren toiminnallista heräämistä. Tajunnan palautuessa aivorunko, talamus, hypotalamus ja isoaivojen pihtipoimun etuosa aktivoituvat ja päälakilohkon toiminnallinen yhteys otsalohkon motorisiin keskuksiin elpyy. Tämä mahdollistaa yksinkertaisten kehoitusten noudattamisen.



KUVA. Tajunnan palautumiseen nukutuksen jälkeen liittyy aivojen syvien ja lajinkehityksellisesti primitiivisten rakenteiden mutta ei aivokuoren aktivoituminen. Vasemmalla: Pitkittäinen (ylempi kuva) ja horisontaalinen (alempi kuva) leikkaus, jotka osoittavat pihtipoimun etuosan (i), talamuksen (ii) sekä aivorungon (iii) locus coeruleuksen eli sinertävän aivotäplän / parabrakiaalisen alueen aktivoitumisen. PET-löydökset on asetettu magneettikuvaleikkeiden päälle. Oikealla: Aivojen pintakuvat osoittavat, että aivojen kuorikerroksessa ei tapahdu aktivaatiotason muutosta tajunnan palautuessa.

X = x-koordinaatti, L = aivojen vasen puoli, Z = z-koordinaatti

On vaikeaa selvittää tai mitata, miten aivokudoksessa muodostuu henkinen kokemus tajuissaan olemisesta, koska tietoisuuden ja reagoinnin kannalta kriittiset aivorakenteet ovat edelleen osittain hämärän peitossa.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, mitkä ihmisen aivoalueet aktivoituvat, kun tajunta palaa kahdella eri nukutuslääkkeellä, propofolilla ja deksmedetomidinilla, aiheutetun tiedottomuuden jälkeen. Tehohoitorauhoite deksmedetomidiniin aiheuttama tajuton tila on kumottavissa tavallisen unen tapaan kevyellä ravistelulla tai kovalla äänellä ilman minkäänlaista muutosta lääkkeen annossa. Tajunnan-tutkimuksen kannalta tällä ominaisuudella on kriittinen merkitys, sillä deksmedetomidiniä käytettäessä lääkkeen oma vaikutus aivokudokseen vakioituu eikä se pääse häiritsemään tajunnan muutokseen liittyviä löydöksiä.

Aivojen verenvirtauksessa tapahtuvia muutoksia tutkittiin positroniemissiotomografialla (PET). Havaittiin, että deksmedetomidinilla aiheutetusta tajuttomuudesta herääminen (mielekäs reagointi pyyntöön avata silmät)

¹Turun yliopisto, Valtakunnallinen PET-keskus; ²Seinäjoen keskussairaala, leikkaus- ja anestesiatoimintayksikkö; ³University of California, Irvine, the Center for the Neurobiology of Learning and Memory, USA; ⁴Long Beach VA Medical Center, Department of Anesthesiology, USA; ⁵TYKS, anestesiologian, tehohoidon, ensihoidon ja kivunhoidon klinikka; ⁶TYKS, kliininen neurofysiologia; ⁷Turun yliopiston yhteiskuntatieteellinen tiedekunta, psykologian oppiaine; ⁸University of Skövde, School of Humanities and Informatics, Sweden; ⁹Lääkäriasema Pulssi, Turku



kytkeytyi aivojen syvien rakenteiden aktivoitumiseen sekä reagoitokykyyn liittyvien päälaki- ja otsalohkoalueiden toiminnallisen yhteyden palautumiseen. Yllättäen samat syvät rakenteet aktivoituivat myös propofolianestesian jälkeen. Tämä viittaa yhteiseen, lääkkeestä riippumattomaan heräämismekanismiin. Molempia lääkkeitä käytettäessä tajunnan palautumiseen liittyi vain vähän muutoksia aivo-kuoren uloimmissa osissa.

Tutkimus osoittaa, että aivojen syvät rakenteet ovat tajunnan kannalta kriittisiä. Tahdonalainen reagointi anestesiasta heräämisen jälkeen edellyttää tiettyjen päälaki- ja otsalohkoalueiden samanaikaista aktivoitumista ja näiden välisen toiminnallisen yhteyden

palautumista. Koska nykyaikaisilla kuorikerroksen aivosähkökäyrän eli EEG:n mittaamiseen perustuvilla anestesian syvyysmittareilla ei voida tunnistaa aivojen syvien rakenteiden aktivoitumista, tutkimus paljastaa, miksi nämä laitteet eivät aukottomasti kykene erottamaan tajuista tilaa tajuttomasta tai havaitsemaan hereillä oloa anestesian aikana. Nämä löydökset luovat pohjan uusien ja entistä tarkempien unensyvyysmittareiden kehitystyölle.

Tässä tutkimuksessa tajuisen tilan tunnistaminen perustui koehenkilöiden kykyyn reagoida mielekkäästi pyyntöön avata silmät. Tajunta saattaa kuitenkin palautua ennen reagoitokyvyn palautumista. ■