



KRISTIAN-JULIUS LAAK

**L**oodetavasti oleme lugejat eelmise nelja artikli käigus veennud, et aju on põnev organ, mille uurimine aitab meil paremini mõista iseennast, ravida keerulisi haigusi ja disainida targemaid roboteid. Tähelepanelik lugeja on kindlasti märganud, et oleme artikliseeria käigus viidanud ka probleemidele, mille lahendused ei ole teadlastele veel kaugeltki selged. Ajuteadust käsitleva seeria viimases artiklis uurime, missuguseid uurimiskäike on teadlased aju müsteeriumide avamiseks hiljuti ette võtnud.

Nii aju normaalse talitluse kui ka neuroloogiliste haiguste mõistmine eeldab mitmel tasandil ja ajaskaalal kulgevatest protsessidest aru saamist. Näiteks teatud liiki epilepsiat põhjustavad mutatsioonid närvirakkude ioonkanalites. Ioonkanalid on millimeetrist ligikaudu miljon korda väiksemad molekulid, mis koordineerivad millisekundist lühema kestvusega elektrilisi protsesse. Samas Parkinsoni tõve korral viib rakkude surm kuupsentimeetrist veidi väiksemas ajutuumas miljonite ajurakkude talitluse häirimiseni, mille tagajärjel tekivad selle haiguse all kannatajatel püsivad raskused oma liikumise algatamisel ja juhtimisel.

Aju uurimisel jääb meil tänase päeva seisuga oluliselt puudu tehnilisest võimekusest samaaegselt uurida aju tööd üle kõikide ajalis-ruumiliste skaalade. Samuti puudub võimalus kõiki neid andmeid integreerida ning sellest uut arusaamist sünteesida. Viimaste aastate jooksul on üha enam ajuteadlasi jõudnud arusaamisele, et nende probleemide lahendamisel enam üksikute laborite eraldiseisvatest jõupingutustest ei piisa.

Ajuteaduse hilisemate väljakutsetega toime tulemiseks on Ameerika Ühendriikides ja Euroopa Liidus hiljuti algatatud kaks megaprojekti. Euroopa Komisjoni toetatud Inimaju projekti (*Human Brain Project*) juhtide sõnul peitub parim viis aju edasiseks uurimiseks arvutitehnika arendamises, mis võimaldaks aju uurimise eri

tasandeid kokku tuua ja mudeldada digitaalses keskkonnas.

Ameeriklased aga keskenduvad oma BRAIN projektiga (*Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies* ehk Ajuuuringud läbi innovaatiliste neurotehnoloogiate edendamise) mõõtmistehnoloogiate välja arendamisele, mis peaksid 12 aasta jooksul oluliselt parandama meie võimet uurida aju kui terviksüsteemi. Kasvuraskustele vaatamata on mõlemad projektid tänaseks võimsa hoo sisse saanud ning võime üle vaadata, mida nendelt suurprojektidelt oodata võib.

#### **Ühendriikide BRAIN projekt: tehnoloogiaarenduse rahapada**

Ühendriikide ajuteaduste projekt kasvab välja 2011. aastal aset leidnud seminarist, mille tulemusel soovitas grupp teadlasi käivitada nõndanimeetatud Aju aktiivsuskardi projekti (*Brain Activity Map*). Õigustatult nägid nad ajutegevuse mõistmise suurima takistusena meie piiratud võimet jälgida ajurakkude aktiivsust käitavas organismis. Tehnilistest probleemidest tulenevalt oleme kuni alles mõne aasta taguse ajani saanud neuronite tulisklemise mustrit ülisuure täpsusega uurida korraga vaid mõnest ajurakust. Ka kõige lihtsamaid käitumisi ja kognitiivseid protsesse vahendavad korraga aga miljonid kuni kümned miljonid närvirakud. Ameerika ajuteadlased argumenteerisid, et võime mõista aju tööd, jälgides vaid mõne neuroni impulsse, on sama realistlik kui mõista kinos filmi süžeed, kui saab jälgida kinolinal ainult paari ruutsentimeetri suurust fragmenti.

Aju aktiivsuskardi projekti algatajate arvates oli aju mõistmisel kvalitaativse hüppe saavutamiseks vaja luua niinimetatud dünaamiline aju kaart ehk „funktsionaalne konnektoom”. Konnektoom on detailne närvisüsteemi kirjeldus, mis näitab, millised närvirakud moodustavad teiste närvirakkude ühendusi ehk sünapse. Puhtalt aju struktuuri tundmine kahjuks aju toimimise kohta palju ei ütle. Suur samm aju mõistmise suunas on aga konnektoomi täiendamine närvirakkude

aktiivsust puudutava „funktsionaalse” informatsiooniga.

Siinkohal on eriti oluline mõõta ajurakkude aktiivsustustreid mitte üksikhaaval, vaid jälgida kogu neuronitest moodustunud närvivõrku korraga. Sellisel juhul saab uurida, millised ajurakkude süsteemsed aktiivsustustriidid huvipakkuvate käitumiste ja emotsioonidega kaasnevad. Nende leidmisel on võimalik juba tuvastatud neuronite aktiivsustustreid tehniliselt esile kutsuda ja katsetada, kas oletatavad mehhanismid ka vastavaid ajupõhiseid nähtusi põhjustavad.

Esialgsest visioonist reaalse projekti on sageli pikk tee, mille jooksul tuleb lisaks tootäiele „hulludele” veenda ka oma kolleege, ja mis vahel isegi tähtsam, projekti rahastajaid. Ühendriikide aju-uuringute projektile tulid ootamatult appi Ühendriikide presidendi teadusnõunikud, kelle eestvedamisel tegi projekt läbi uuenduskuuri ning sai uue särava nime – *BRAIN Initiative* (Aju initsiatiiv). Kogu 2013. aasta suve vältinud konsultatsioonide jooksul selgus aga kaks murettekitavat asjaolu. Esiteks – „funktsionaalne konnektoom” töötas jääda Ühendriikide kongressi jaoks kaugelt liiga abstraktselt, et sellele miljardide maksumaksja raha magama panna. Teiseks – ka ajubioloogide seas puudus selge ühine arusaam, kuidas ühendada ajuteaduse hetkevõimekust avaliku ootusega ja jõuda projekti raames selgete meditsiiniliste läbimurreteni.

Kompromisslahendusena otsustati tsentraliseeritud projekti asemel muuta BRAIN projekt vähemalt esialgu iseseisvates laborites toimuva tehnoloogiaarenduse rahastuse allikaks.

**Aju uurimisel jääb meil tänase päeva seisuga oluliselt puudu tehnilisest võimekusest samaaegselt uurida aju tööd üle kõikide ajalis-ruumiliste skaalade.**