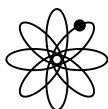


David Eagleman

AJU

Sinu lugu



elav teadus

Originaali tiitel:

THE BRAIN: THE STORY OF YOU

David Eagleman

Tõlkinud Kaia-Leena Pino

Toimetanud Triin Olvet

Keeletoimetanud Katrin Ringo

Küljendanud Erje Hakman

Konsultant Jaan Aru

Copyright © David Eagleman, 2015

Artwork copyright © Blink Entertainment trading as Blink Films, 2015

Published by arrangement with Canongate Books Ltd, 14 High Street,
Edinburgh EH1 1TE

Tõlge eesti keelde © Kaia-Leena Pino ja kirjastus Argo, 2016

Illustratsioonide autoriõigusi vt lk 239–240

www.argokirjastus.ee

ISBN 978-9949-527-84-7

Trükitud trükikojas Print Best

SISUKORD

Sissejuhatus	7
1 Kes ma olen?	9
2 Mis on reaalsus?	43
3 Kelle käes on kontroll?	77
4 Kuidas ma otsustan?	109
5 Kas ma vajan sind?	143
6 Kelleks me võime saada?	173
Tänu sõnad	219
Märkused	221
Sõnaseletusi	235
Illustratsioonid	239

SISSEJUHATUS

Ajuteadus on kiiresti muutuv ja arenev valdkond ning seetõttu juhtub harva, et me astume üldpildi nägemiseks sammu tagasi; mõtleme, milline tähendus meie uuringutel meie elule võiks olla, või arutleme lihtsal ja kõigile arusaadaval viisil, mida tähendab olla bioloogiline olend. Seda kõike püüab see raamat teha.

Ajuteadus on oluline. Kummaline arvutuslik materjal kolju sees on taju masinavärk, mis aitab maailmas navigeerida; koht, kust saavad alguse otsused; materjal, millest vormub kujutlusvõime. Miljarditest tulisklevatest rakkudest tärkavad unenäod ja ärsalt veedetud elu. Parem arusaamine ajust aitab heita valgust sellele, mida me peame tõeluseks oma isiklikes suhetes ning vajalikuks sotsiaalses käitumises – sellele, kuidas me võitleme, miks me armastame, mida me tõeks peame, kuidas me peaksime õppima ja õpetama, kuidas me saaksime kujundada paremaid sotsiaalseid käitumismalle ning kuidas vormida tulevasteks sajanditeks oma keha. Aju mikroskoopiliselt väikesesse vooluringi on talletatud liigi ajalugu ja tulevik.

Arvestades aju keskset rolli inimeste elus, on mind tihtipeale pannud imestama, miks ühiskonnas sellest nii harva räägitakse ning miks eelistatakse ümbritsev eeter täita seltskonnauudiste ja tõsielusarjadega. Kuid nüüdseks olen jõudnud veendumuseni, et aju tähelepanuta jätmist ei pea võtma kui vajakajäämist, vaid kui vihjet – me oleme oma reaalsuses kinni nii tugevalt, et lõksujäämist on peaaegu võimatu aduda. Esimese hooga tundub, et võib-olla polegi siin nii väga millestki rääkida. Loomulikult on ümbritsevas maailmas olemas värvid. Loomulikult töötab mu mälu samamoodi nagu videokaamera. Loomulikult tean ma oma tõekspidamiste tegelikke tagamaid.

Selle raamatu leheküljed võtavad kõik niisugused eeldused luubi alla. Kirjutades püüdsin hoiduda õpiku laadist ning otsustasin minna sügavamale ja valgustada lähemalt, kuidas me otsustame, kuidas me reaalsust tajume, kes me oleme, mis juhib meie elu, miks me vajame teisi inimesi enda ümber ja kuhu me oleme suundumas liigina, kes alles nüüd on hakanud ohje enda kätte haarama. See projekt püüab ehitada silda akadeemilise kirjanduse ja elu vahele, mida me ajuomanikena elame. Siinses raamatus kasutatud lähenemine erineb akadeemilistest artiklitest väga suurel määral ning erineb isegi minu ülejäänud neuroteaduslikest raamatutest. See raamat on mõeldud teistsugusele lugejaskonnale ega nõua erialaseid teadmisi, piisab vaid uudishimust ja soovist enda kohta rohkem teada saada.

Niisiis, kinnita turvavöö ja alustame kiirvisiiti sisekosmosesse. Ma loodan, et sa suudad keset lõpmatult tihedat, miljardite ajurakkude ja triljonite ühenduste võrgustikku, keskendumisest vidukil silmi märkata midagi, mille leidmist sa ei osanud sealt oodata. Iseend.



KES MA OLEN?

Kõik kogemused siin elus –
alustades lihtsast vestlusest kuni
laiema kultuurilise taustani välja –
vormivad su aju mikroskoopilisi
detaile. Neuronaalselt võttes sõltub
see, kes sa oled, sellest, kus sa oled
olnud. Sinu aju on väsimatu
kujumuutja, mis oma ühendusi
pidevalt ümber kirjutab – ja kuna
kogemused on unikaalsed, on seda
ka neuronaalsete võrgustike
ulatuslikud, detailsed mustrid.
Need püsivad su elu jooksul jätkuvas
muutumises ja nii on sinu identiteet
liikuv sihtmärk, mis iial lõplikku
kuju ei võta.

Hoolimata sellest, et neuroteadus on minu igapäevaelu lahutamatu osa, tunnen ma inimaju käes hoides endiselt aukartust. Lisaks märkimisväärsele kaalule (täiskasvanud inimese aju kaalub 1,3–1,4 kg), kummalisele konsistentsile (nagu tugev tarretis) ning kurrulisele väljanägemisele (sügavad vaod lõikumas selle vorbilisse maastikku) on aju jahmatavalt füüsiline – mitte millegi poolest erilisest materjalist kamakas tundub olevat nii suures vastuolus vaimsete protsessidega, mida see genereerib.

Meie mõtted ja unistused, meie mälestused ja kogemused saavad kõik alguse sellest kummalisest närvimaterjalist. Selle elektrokeemiliste impulsside keerulistes vallandumismustrites on peidus inimolemus. Kui aju aktiivsus lakkab, juhtub sama sinu endaga. Kui aju aktiivsuse olemus vigastuste või uimastite tõttu muutub, muutub kannapealt ka sinu iseloom. Erinevalt kõigist teisest kehaosadest muudab aju puhul isegi kõige väiksema osa kahjustamine tõenäoliselt radikaalselt sinu olemust. Et mõista, kuidas see kõik võimalik on, alustagem algusest.



Neis 1300 grammis peitus terve elu, mida rikkalikult kirjasid erinevad mured ja rõõmud.

SÜNDINUD LÕPETAMATA KUJUL

Inimene on oma sünnihetkel täiesti abitu. Kulub umbes aasta, enne kui hakkame kõndima, ja veel kaks, enne kui suudame mõtteid sõnadesse panna, ning veel mitmeid, enne kui suudame maailmas iseisvalt toime tulla. Ellujäämine sõltub täielikult inimestest meie ümber. Nüüd võrdle seda paljude teiste imetajatega. Delfinid ujuvad sünnist peale, kaelkirjakud õpivad juba mõne tunniga omil jalul seisma ning sebrabeebid suudavad umbes 45 minutiga jooksmata hakata. Meie sugulased terves loomariigis on märkimisväärselt iseisvad juba mõni hetk pärast sündi.

Pealtnäha tundub see nende liikide jaoks suur eelis – tegelikkuses on see piirang. Loomabeebid arenevad kiiresti, sest nende aju hakkab tööle vastavalt suuresti eelprogrammeeritud rutiinile. Kuid sellise valmiduse tõttu kannatab paindlikkus. Mõttele, mis juhtuks siis, kui mõni õnnetu ninasarvik avastaks end arktilises tundras või Himaalaja tipus või keset Tokyo linnakära. Ta ei suudaks sellega kohaneda (seetõttu me neist kohtadest ninasarvikuid ei leiagi). Eelhäälstatud ajuga siia ilma saabumine toimib ainult ökosüsteemi kindlas nišis – aseta loom sellest nišist väljapoole ning tema ellujäämisvõimalused on väga väikesed.

Inimesed suudavad aga edukalt toime tulla mitmesugustes erinevates keskkondades alates jäisest tundrast kuni kõrgmägede ja elust kihavate linnakeskusteni. See on võimalik tänu sellele, et inimaju on sünnihetkel tähelepanuväärselt lõpetamata olekus. Selle asemel et sündida siia ilma täielikult eelhäälstatuna, vormub inimaju elukogemuste kaudu. See toob kaasa pika abitusperioodi, mille kestel noor aju areneb ja kohandub vastavalt keskkonnale. Aju „otsehäälestub“.

OTSEHÄÄLESTUMINE



Paljud loomad sünnivad geneetiliselt eelprogrammeerituna või eelhäälestatuna konkreetsetele instinktidele ja käitumisele. Geenid juhivad nende aju ja keha arenemist teatud moel, mis määrab kindlaks, kelleks nad saavad ning kuidas nad käituvad. Kärbsse refleksi mööduva varjuvälgatuse ajal põgeneda, punarinna sisseprogrammeeritud instinkt talveks lõunasse lennata, karu kihk talveunne jääda, koera soov oma isandat kaitsta – need kõik on näited instinktides ja sissekodeeritud käitumisviisidest. Selline sissekodeeritus võimaldab loomadel käituda sünnist peale samamoodi kui nende vanemad ning mõnel puhul ka iseseisvalt toitu hankida ja omapäi ellu jääda.

Inimeste puhul on olukord mõnevõrra teine. Inimaju saabub maailma küll mõningase geneetilise eelhäälestatusega (hingamisele, nutmisele, imemisele, nägudest hoolimisele ning võimele omandada emakeele detaile), kuid ülejäänud loomariigiga võrreldes on inimaju sünnihetkel hämmastavalt poolik. Inimaju üksikasjalik ühenduste skeem ei ole eelprogrammeeritud, selle asemel annavad geenid närvivõrkude joonisteks vaid väga üldiseid suuniseid ning ülejäänud häälestust lihvimisega maailma kogemine, mis võimaldab kohaneda kohalike detailidega.

Inimaju võime kohaneda maailmaga, kuhu ta on sündinud, on lubanud liigil vallutada planeedi iga viimase kui ökosüsteemi ning alustada teed päikesesüsteemi suunas.

KÄRPIMINE LAPSEEAS: MARMORIST ILMUB KUJU

Milles seisneb noore aju paindlikkuse saladus? Mitte uute rakkude kasvatamises – tegelikult on ajurakkude hulk ühesugune nii lastel kui täiskasvanutel. Saladus peitub selles, kuidas need rakud omavahel ühendatud on.

Sünnihetkel on lapse närvirakud (ehk neuronid) eraldi ja ühendamata, kuid kahe esimese eluaasta jooksul hakkavad need sensoorset informatsiooni vastu võttes väga kiiresti ühendusi looma. Vastündinu ajus luuakse iga sekundiga kuni kaks miljonit uut ühendust ehk sünapsi. Kaheaastaselt on lapsel enam kui sada triljonit sünapsi, kaks korda rohkem kui täiskasvanutel.

Sellega on aju saavutanud haripunkti ning palju rohkem ühendusi, kui tegelikult tarvis läheb. See on hetk, mil neuronaalse „kärpimise“ strateogia paneb uute ühenduste kõrgajale punkti. Küpsemaks saades kärbitakse 50 protsenti sinu sünapsidest.

Millised sünapsid jäävad ja millised kärbitakse? Kui sünapis osaleb edukalt lülitusahelas, siis see tugevneb, ja vastupidi – kasutatud sünapsid muutuvad üha nõrgemaks ning lõpuks need eemaldatakse. Just nagu kasutamata metsarajad lõpuks kaovad, nii kaovad ka ühendused, mida sa enam ei kasuta.

Teatud mõttes määrab sinu iseendaks saamise protsessi olemasolevate võimaluste kärpimine. Sa saad selleks, kes sa oled mitte läbi selle, mis sinu ajus areneb, vaid läbi selle, mis seal kustutatakse.

Terve meie lapsepõlve kestel viimistleb ümbritsev keskkond aju, kärpides kogu seda võimaluste džunglit vastavalt sellele, millega laps kokku puutub. Aju moodustab ühendusi vähem, kuid sellevõrra tugevamaid.

Näiteks keel, millega sa väikelapseeas kokku puutud (näiteks inglise või jaapani), lihvib sinu võimet kuulda teatud keele helisid ning vähendab suutlikkust kuulda teiste keelte omi. See tähendab, et Jaapani

Vastsündinu aju närvirakud on üksteisega ühendatud mitte kuigi tihedalt. Esimese kahe-kolme eluaastaga hakkavad närvirakude jätked kasvama ning rakkudevaheline ühendus üha tugevneb. Pärast seda hakatakse neid ühendusi kärpima – täiskasvanueas on ühendusi vähem ning olemasolevad muutuvad tugevamaks.



Vastsündinu

1 kuu

9 kuud

2 aastat

Täiskasvanu

vastsündinu ja Ameerika vastsündinu kuulevad ja reageerivad mõlema keele kõigile helidele, kuid aja jooksul kaotab Jaapanis elav laps võime eristada r- ja l-tähe heli, sest jaapani keeles on need eristamatud. Meid voolib maailm, millesse me juhtumisi satume.

LOODUSE ÖNNEMÄNG

Pika lapsepõlve jooksul kärbib aju pidevalt oma ühendusi, kohandades end ümbritseva keskkonna eripäradega. Selline keskkonnaga kohandumine on nutikas strateegia – kuid sellega kaasnevad oma ohud.

Kui areneval ajul puudub „eeldatud“ sobiv keskkond – selline, kus last hoitakse ja tema eest hoolitsetakse –, on ajul keeruline normaalselt areneda. Wisconsinist pärit Carol ja Bill Jensen said seda omal nahal kogeda. Nad adopteerisid Tomi, Johni ja Victoria, kui lapsed olid nelja-aastased. Kõik kolm last olid orvud, kes kuni adopteerimiseni elasid kohutavates tingimustes Rumeenia riiklikes lastekodudes ja sellel olid nende aju arengule tõsised tagajärjed.

Kui Jensenid lastele järele läksid ning Rumeeniast lahkumiseks takso võtsid, palus Carol taksojuhil tõlkida, mida lapsed omavahel räägivad. Taksojuht aga vastas, et nende jutul puudub igasugune sisu.

Tegemist ei olnud ühegi tuntud keelega – normaalsest suhtlusest ilma jäetud lapsed olid välja arendanud kummalise segakeele. Hiljem tuli neil rinda pista õpiraskustega – armid, mille jätsid neile lapsea puudu-jäägid.

Tom, John ja Victoria ei mäleta Rumeenias veedetud ajast kuigi palju. Kuid Bostoni lastehaigla pediaatriaprofessor doktor Charles Nelson mäletab sealseid asutusi väga elavalt. Esmakordselt külastas ta neid lastekodusid 1999. aastal. Nähtu oli õõvastav. Väikeseid lapsi hoiti hällides, pakkumata neile vähimatki tunnetuslikku stimulatsiooni. Iga viieteistkümne lapse kohta oli tööl üks hoidja ning neil oli keelatud lapsi sülle võtta või nende suhtes mistahes moel kiindumust näidata – seda isegi siis, kui lapsed nutsid. Kardeti, et kiindumuse näitamise tõttu hakkaks lapsed üha enam lähedust ihkama ja niigi piiratud hulga personali puhul oleks võimatu seda neile pakkuda. Nii oli kõik allutatud võimalikult rangelt distsipliinile. Tualetitoiminguteks pandi lapsed plastpottidele ritta istuma. Kõigi juuksed lõigati ühesugusesse soengusse hoolimata lapse soost. Nende riided olid ühesugused ning lapsi toideti vastavalt graafikule. Kõik käis mehhaaniliselt.

Lapsed, kelle nutule ei reageeritud, õppisid peagi mitte nutma. Neid ei hoitud ja nendega ei mängitud. Kuigi nende baasvajadused olid täidetud (nad olid toidetud, pestud ja rietatud), olid nad ilma jäetud emotsionaalsest hoolimisest ja lähedusest ning vähimastki stimulatsioonist. Selle tulemusena kujunes lastel välja „valimatu sõbralikkus“. Nelson kirjeldab, kuidas ta astus ruumi ja teda ümbritsesid hetkega lapsed, keda ta kunagi varem näinud ei olnud – ja kes kõik tahtsid talle kaela hüpata ja tal süles istuda või hoida tal käest ja temaga koos minema jalutada. Kuigi selline käitumine võib esmapilgul tunduda armas, on see tegelikult hooletusse jäetud laste toimetulekustrateegia, millega käivad kaasas pikaajased kiindumusprobleemid. See on sellistes institutsioonides üles kasvanud lastele väga omane käitumisjoon.

RUMEEANIA LASTEKODUD



1966. aastal keelustas Rumeenia president Nicolae Ceaușescu elanikkonna ja tööjõu arvukuse kasvatamise nimel rasestumisvastased vahendid ja abortid. Riigi palgal olevad günekoloogid, keda tunti ka „menstruaalpolitsei“ nime all, hakkasid viljakas eas naised järelkasvu tagamiseks regulaarselt läbi vaatama. Pered, kus kasvas vähem kui viis last, maksustati „tsölibaadimaksuga“. Sünnimus tõusis taevasse.

Paljudele vaesematele peredele käis aga laste eest hoolitsemine üle jõu – ja nii anti lapsed riiklike institutsioonide kasvatada. Riik omakorda rajas suureneva laste arvuga sammu pidamiseks üha uusi lastekodusid. Kui Ceaușescu 1989. aastal kukutati, elas lastekodudes 170 000 hüljatud last.

Teadlased paljastasid peagi institutsionaalse kasvatus mõju aju arengule. Need uuringud mõjutasid ka valitsuse poliitikat. Aastate jooksul on enamik Rumeenia orbudest koju oma vanemate hoole alla naasnud või viidud üle riigi hallatavatesse asenduskodudesse. 2005. aastal keelustas Rumeenia laste lastekodudesse paigutamise enne teist eluaastat, välja arvatud raske puude korral. Siiski elab kogu maailmas riiklikes hoolekandeesutustes endiselt miljonid orbusid. Võttes arvesse toetava keskkonna rolli väikelapse aju arengus, on väga oluline, et valitsused leiaksid võimalusi paigutada lapsed sellistesse tingimustesse, mis tagaksid ajule kohase arengu.

Nähtust šokeeritud Nelson algatas koos oma meeskonnaga nn Bukaresti varajase sekkumise programmi. Nad hindasid 136 kuue kuu kuni kolme aasta vanust last, kes olid sünnist peale lastekodudes elanud. Selgus, et laste IQ jäi 60–70 punkti piirimaile (keskmine on 100). Neil võis täheldada märke aju alaarengust ning nende keele areng oli väga aeglane. Nelson võttis appi elektroentsefalograafia (EEG), et mõõta laste aju elektrilist aktiivsust, ning leidis, et närvitegevus oli dramaatiliselt vähenenud.

Kui puudub hingelist tuge ja kognitiivset stimulatsiooni pakkuv keskkond, ei suuda inimaju normaalselt areneda.

Julgustav on aga Nelsoni uuringutulemuste teine külg, mis näitas, et kui viia lapsed üle turvalisse ja armastavasse keskkonda, suudab aju kaotatu sageli teatud ulatuses tagasi võita. Mida varem laps uude keskkonda viidi, seda paremini ta taastus. Enne kaheaastaseks saamist asenduseresse viidud lapsed taastasid reeglina hästi. Ka pärast kaheaastaseks saamist võis täheldada edusamme, kuid sõltuvalt vanusest jäid neid lapsi siiski painama erinevad arenguprobleemid.

Nelsoni uuringutulemused rõhutavad armastava ja toetava keskkonna olulisust lapse aju arengule ja illustreerivad seda, kui suur roll on ümbritseval keskkonnal meie vormimisel selleks, kelleks me saame. Me oleme oma ümbruse suhtes ääretult tundlikud. Ja tänu „töö käigus häälestamisele“ sõltub see, kes me oleme, väga tugevalt sellest, kus me oleme olnud.

TEISMEIGA

Veel mõned aastakümned tagasi arvati, et aju areng saab lapsega enam-vähem läbi. Kuid nüüdseks on teada, et inimaju ülesehitamise protsess võib võtta kuni 25 aastat. Teismeiga on nii oluline neuronaalse ümberkorraldamise ja muutuste periood, et mõjutab väga tugevalt seda, kellenä me välja paistame. Kehas keerlevad hormoonid tingivad

nähtavaid füüsilisi muutusi ning välimus omandab täiskasvanulikumad jooned – kuid sama olulised muutused toimuvad pilkude eest varjatult ka ajus. Need muutused mõjutavad tugevalt käitumist ja seda, kuidas me ümbritsevale maailmale reageerime.

Üks neist muutustest on seotud minataju ja ühes sellega ka eneseteadvuse väljakujunemisega.

Selleks, et teismelise aju toimimist paremini mõista, võtsime koos mu magistrandi Ricky Savjaniniga ette ühe lihtsa katse. Palusime vabatahtlikel istuda toolile poe vaateaknal. Seejärel tõmbasime kardina eest ning paljastasime aknal istuva vabatahtliku möödakäijate pilkudele.

Vabatahtlikud istusid poe vaateaknal möödakäijate pilkude all. Teismeliste sotsiaalse ärevuse tase oli kõrgem kui täiskasvanutel, peegeldades aju arengu detaile noorukieas.



Enne sotsiaalselt ebamugavasse olukorda saatmist paigaldasime vabatahtlike külge seadmed, et mõõta nende emotsionaalset reaktsiooni. Meie peamiseks töövahendiks oli galvaanilist nahareaktsiooni (GSR) mõõtev seade, mis on tõhus vahend ärevuse määramiseks – mida enam su higinäärmed avanevad, seda suuremaks muutub sinu naha elektrijuhtivus. (Muide, sama tehnoloogiat kasutab ka valedetektor testi.)

Meie vabatahtlike seas oli nii teismelisi kui täiskasvanuid. Nagu olimegi oodanud, täheldasime täiskasvanute puhul kergemat stressireaktsiooni, kui möödakäijad peatusid ja neid vaatama jäid. Teismelistel aga põhjustas sama kogemus tõelise sotsiaalsete emotsioonide tormi –

see, kui inimesed neid silmitsema jäid, tekitas neis märkimisväärselt suuremat ärevust, teinekord lausa pisarateni välja. Millest selline erinevus täiskasvanute ja teismeliste vahel? Vastus peitub ajupiirkonnas, mida nimetatakse mediaalseks prefrontaalseks korteksiks (MPFC). See piirkond aktiveerub siis, kui sa mõtled iseendale – ja eriti mõne olukorra emotsionaalsele tähendusele sinu jaoks. Doktor Leah Somerville koos oma Harvardi ülikooli kolleegidega leidis, et lapsepõlvest täiskasvanuikka kulgedes muutub MPFC sotsiaalsetes situatsioonides üha aktiivsemaks, jõudes maksimumini 15. eluaasta paiku. See on aeg, mil sotsiaalsetel situatsioonidel on väga tugev emotsionaalne kaal, mis annab tulemuseks väga intensiivse, eneseteadvusest tingitud stressireaktsiooni. See aga tähendab, et noorukieas on iseenda minast mõtlemine – n-ö enesehindamine – määrava tähtsusega. Täiskasvanu aju on enesetajuga juba harjunud – samamoodi nagu kantakse sisse uus paar kingi – ja seetõttu ei lase täiskasvanu end poe vaateaknal istumisest sedavõrd palju häirida.

Lisaks sotsiaalsele kohmakusele ja emotsionaalsele ülitundlikkusele on teismelise aju häälestatud riske võtma. Olgu selleks siis kihutamine või telefoniga alastipiltide saatmine, ahvatleb riskialdis käitumine teismelise aju rohkem kui täiskasvanu aju. Paljuski on see seotud sellega, kuidas me reageerime tasudele ja kiusatustele. Lapsepõlvest noorukiikka astudes reageerib aju üha tugevamalt tasudele piirkonnades, mis on seotud naudingute otsimisega (üheks selliseks piirkonnaks on naalduv tuum ehk *nucleus accumbens*). Teismeeas on selle piirkonna aktiivsus samasugune kui täiskasvanutel. Kuid oluline on siinkohal, et orbifrontaalne korteks, mis on hõlmatud otsuste tegemise, tähelepanu ja tuleviku tagajärgede simuleerimisega, on teismelistel ikka umbes selline nagu lapsel. Küps naudingute otsimise süsteem ühes ebaküpse orbifrontaalse korteksiga tingib selle, et teismelised on emotsionaalselt ülitundlikud ning nende suutlikkus emotsioone kontrollida on mitu korda kehvem kui täiskasvanutel.