

Razmišljanje, načrtovanje in jezik

O d trenutka, ko se zbudimo, so naši možgani preplavljeni z dražljaji: zvok pojočih ptic ali hrumenje tovornjaka, vonj kave, svetloba in toplota sončnih žarkov, ki sijejo skozi okno. Možgani so na srečo izkušeni pri filtriranju te poplave informacij in odločanju glede nadaljnjih odzivov. Je delovni dan ali vikend? Kaj bi teknilo za zajtrk? Kako topel pulover je potreben? Vsakega trenutka se zavedamo, razmišljamo, načrtujemo in se odločamo.

Ampak kako razmišljamo? Kaj se dogaja v naših možganih, ko obujemo spomine na zabavo prejšnje noči ali tuhtamo o tem, kaj obleči? Ali lahko ostale živali razmišljajo na isti način kot ljudje? Da lahko razmišljamo, morajo možgani najti smisel glasnega, kaotičnega sveta okoli nas. Prvo sito teh informacij je zaznavanje, ki izvira iz čutov, katerih delovanje je opisano v 2. poglavju. Naslednji korak je interpretacija teh zaznav, ki jih možgani primerjajo s spomini preteklih izkušenj in opazovanj.

Gradnja predstav

Začetne predstave o ljudeh, krajih, predmetih in dogodkih, ki jih gradijo naši možgani, so dokaj preproste, saj je količina podatkov, ki jih lahko shranimo v kratkoročni spomin, omejena. Da lahko možgani osmislijo te hitro bežeče dogodke, se zanašajo na svoje zapleteno omrežje povezav, zgrajenih na podlagi prejšnjih izkušenj. Te povezave omogočajo možganom predelovanje vseh teh različnih zaznav. Na primer, tako lahko naši možgani prepoznajo psa, čeprav je ta drugačne pasme in barve kot psi, ki smo jih videli v preteklosti. Kolo prepoznamo kot kolo, čeprav je viden le del kolesa in ne celotno.

Gradnja teh zaznav se zanaša

na semantični spomin, obliko deklarativnega spomina, ki vključuje splošna dejstva in podatke. Znanstveniki šele začenjajo razumeti naravo in organizacijo področij možganske skorje, ki so vključena v semantični spomin. Raziskave kažejo, da so posebna omrežja možganske skorje specializirana za predelavo določenih tipov informacij, kot so živali, obrazi, orodja in besede.

Posnetki električne aktivnosti posameznih možganskih celic kažejo, da se točno določene celice vzdražijo, ko nekdo pogleda fotografijo specifične osebe, toda te iste celice se ne aktivirajo ob pogledu na drugo osebo, žival ali predmet. Delovanje t. i. »konceptnih celic« se dopolnjuje, saj so celice, udeležene pri kodiranju koncepta igle, nitke, šivanja in gumba, med seboj lahko povezane. Te celice in njihove povezave tvorijo osnovo semantičnega spomina.

Konceptne celice se nahajajo v senčnem režnju možganov, področju, specializiranem za prepoznavo predmetov. Velik napredek pri razumevanju delovanja spomina je omogočilo tudi preučevanje bolnika H. M., moškega s hudo amnezijo, ki je že bil omenjen v 4. poglavju. Preučevanje bolnikov z drugačnimi vzorci možganskih okvar je omogočilo boljše razumevanje tudi drugih procesov, kot sta govor in mišljenje.

Vzemimo recimo primer gospoda D. B. O., 72-letnika, ki je utrpel več možganskih kapi. Preizkusi so pokazali, da je D. B. O. z vidom prepoznal le enega od 20 različnih vsakodnevnih predmetov. Prav tako je s težavo sledil navodilu, naj vzame kozarec in ga napolni z vodo iz pipe nad pomivalnim koritom. K več različnim predmetom, recimo mikrovalovni pečici, vrču, smetnjaku, zvitku papirnatih brisač, je pristopil z istimi besedami: »To je po-

mivalno korito ... O! Tole bi lahko bilo pomivalno korito ... Tudi to je pomivalno korito«, preden je končno našel pravo pomivalno korito in napolnil kozarec z vodo. V osupljivem nasprotju pa je zlahka prepoznal predmete, ko je zaprl oči in se jih dotikal. Prepoznal je tudi stvari, ki jih je slišal, kot je recimo petelinov »ki-kiri-ki«.

Raziskovalci so tako zaključili, da so možganske kapi prizadele D. B. O.-jeve možgane na način, ki je onemogočal prenos vidnih zaznav do sprednjega dela senčnih režnjev, kjer poteka semantična obdelava podatkov. Zaradi tega ni mogel imenovati predmetov, ki jih je videl, lahko pa jih je imenoval, če se jih je dotaknil.

Področna specializacija in organizacija

Strokovnjaki so se s pomočjo ljudi, kot je D.B.O., naučili, da lahko poškodbe določenih delov senčnih režnjev vodijo v težave pri prepoznavanju in identifikaciji vidnih zaznav. To stanje, imenovano agnozija, se lahko pojavi v več oblikah, odvisno od točne lokacije poškodbe možganov.

Eno od teh področij je fuziformna obrazna regija (FOR). Nahaja se na spodnji strani senčnih režnjev in je odgovorna za prepoznavo obrazov. Ta poseben del možganov se močneje odziva na slike z obrazi, kot pa na slike brez obrazov. Obojestranska poškodba tega dela možganov ima za posledico prozopagnozijo ali »obrazno slepoto«. Podobno tej regiji je blizu ležeče področje, ki se odziva na specifične lokacije, kot so slike stavb ali določeni prizori. Druga področja so aktivirana samo ob pogledu na določene predmete, dele telesa ali zaporedja črk.

Znotraj teh možganskih področij so informacije organizirane hierarhično, saj so zapletene večšine

in zaznave zgrajene s povezovanjem informacij iz preprostejših vnosov. Primer takšne organizacije je način, kako možgani predstavijo besede. Področja, ki obdelujejo besede, so zadajšnji temenski reženj, deli senčnega režnja in področja v prefrontalni skorji. Skupaj ta področja tvorijo semantični sistem, konstelacijo, ki se na besede odziva močneje kot na druge zvoke ter celo močneje na naravni kot na umetno proizveden govor. Semantični sistem zavzema precej velik del človeških možganov, še posebej v primerjavi z možgani ostalih primatov. Ta razlika lahko pojasni človekovo edinstveno sposobnost govora.

Ločena področja znotraj tega sistema kodirajo predstave konkretnih ali abstraktnih konceptov, glagolov ali družbenih informacij. Besede, ki so med seboj povezane, kot recimo »mesec« in »teden«, aktivirajo ista področja, medtem ko nepovezane besede, kot sta »mesec« in »visoko«, aktivirajo različne regije možganov. Izsledki številnih raziskav, kjer so znanstveniki uporabljali **funkcijsko magnetnoresonančno slikanje (fMRI)** za meritve možganske aktivnosti ob odzivu na besede, so izkazali obsežnejše aktivacije v levi kot pa v desni možganski polobli. Ko pa so besede predstavljene kot del zgodbe, sprožijo s fMRI zaznana aktivnost v obeh poloblah.

Pisani jezik vključuje dodatna možganska področja. Območje vizualnih besednih oblik v fuziformnem girusu prepozna napisane črke in besede, kar je skupno možganom govorcev različnih jezikov. Raziskave kažejo povezave med tem področjem in področjem možganov, ki predeluje vidne informacije, kar predstavlja most, ki daje smisel pisanemu jeziku. Prav tako obstajajo specifična področja, ki dajejo pomen številkam. Pri

oblikovanju teh predstav sodeluje temenski reženj, ki prejema informacije iz zatilno-senčne možganske skorje, področja, pomembnega za vidne zaznave in branje. Ta področja sodelujejo pri identifikaciji oblike napisanega števila in povezavi le-tega z njegovim konceptom, ki pa je lahko širok; število 3 je lahko pripisano skupini predmetov, konceptu tria ali ritmu valčka.

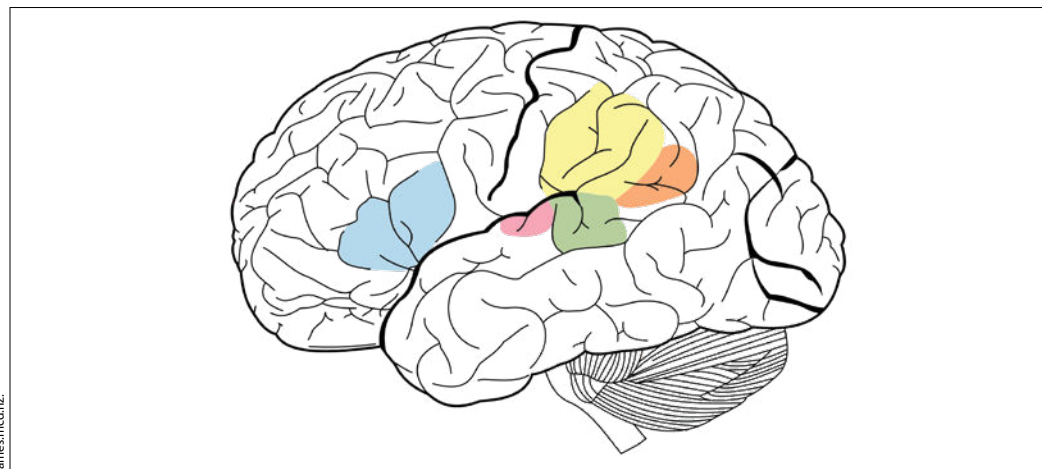
Tako so možgani skozi izgradnjo hierarhičnih in med seboj povezanih predstav različnih konceptov sposobni graditi pomen. Vse te zmožnosti so odvisne od nemotnega in učinkovitega pridobivanja ter upravljanja semantičnega znanja.

OBDELOVANJE JEZIKA



Sredi 19. stoletja v Franciji je bil v predmestno bolnišnico Bicêtre na jugu Pariza sprejet mlad moški po imenu Louis Victor Leborgne. Začuda je bila edina beseda, ki jo je lahko izgovoril, en sam zlog: »Tan«. V zadnjih dneh svojega življenja pa je Leborgne spoznal zdravnika po imenu Pierre Paul Broca. Pogovori z mladim gospodom, ki ga svet nevroznanosti pozna pod imenom Bolnik Tan, so vodili v Brocovo razumevanje, da je Leborgne lahko razumel govor drugih in se tudi odzival po svojih najboljših močeh, toda beseda »tan« je bila edina, ki jo je bil zmožen izustiti.

Po Leborgnejevi smrti je Broca izvedel obdukcijo in tako našel veliko poškodovano področje v čelnem režnju možganov. Od takrat je bilo dokazano, da so poškodbe določenih področij leve poloble možganov povezane s specifičnimi jezikovnimi motnjami ali afazijami. Del čelnega režnja, kjer se je nahajala poškodba v Leborgnejevih možganih, pa se še danes imenuje **Brocovo področje** in je ključen del možganov za produkcijo govora. Dodatne raziskave afazij so



Jezik je zapletena kognitivna sposobnost, ki vključuje več področij možganov. Modro področje na sliki je Brocovo področje, ki je ključno za tvorjenje govora. Zeleno področje je Wernickejevo področje, ki je odgovorno za razumevanje govora drugih. Te dve področji in mnoga druga delujejo v tandemu pri različnih tipih komunikacije.

omogočile boljše razumevanje živčne osnove jezika.

Brocova afazija se imenuje tudi »netekoča« afazija, ker je tvorjenje govora okvarjeno, razumevanje pa je povečini ohranjeno. Poškodba leve poloble možganov lahko povzroči netekoče afazije, kjer je govor počasen in opotekajoč, zahteva veliko napora, zapletene besede ali stavčne strukture pa so pogosto odsotne. Kljub temu da je njihov govor prizadet, pa ljudje z netekočo afazijo še vedno razumejo govorniki jezik, čeprav je lahko njihovo razumevanje zapletenih povedi okrnjeno.

Kmalu za tem, ko je Broca objavil svoje izsledke, je nemški zdravnik Carl Wernicke pisal o 59-letni ženski, imenovani S. A., ki je izgubila zmožnost razumevanja govora.

V nasprotju z Leborgnejem je S. A. lahko govorila tekoče, njene izjave pa so bile brez smisla. Na vprašanja je dajala absurdne odgovore, uporabljala je izmišljene besede in imela težave s poimenovanjem poznanih predmetov. Po njeni smrti je Wernicke ugotovil, da je imela poškodbo levega temenskega režnja. Ta je povzročila njene težave pri razumevanju, ne pa tudi pri tvorjenju

govora. Gre za bolezensko stanje, ki ga danes imenujemo Wernickejeva afazija ali »tekoča« afazija. Posamezniki s tekočo afazijo so sposobni razumevanja kratkih posameznih besed in njihov govor lahko zveni normalen po tonu in hitrosti, vendar je prežet s pogostimi napakami v izbiri glasov in besed, kar ga naredi popolnoma nerazumljivega.

Še ena oblika afazije se imenuje »čista besedna slepota«, ki jo povzroča poškodba gornjega dela temenskega režnja v obeh možganskih poloblah. Bolniki s to motnjo sploh niso sposobni razumevanja slišane govora na kateremkoli nivoju, vendar niso gluhi. Slišijo govor, glasbo in druge zvoke ter lahko zaznajo ton govora, čustveno konotacijo in celo spol govornika. Niso pa sposobni narediti povezave med besedami in njihovim pomenom (vseeno pa popolnoma normalno razumejo pisani jezik, ker vidne informacije zaobidejo poškodovano področje, udeleženo pri razumevanju slišane govora v temenskem režnju).

Čeprav sta Broca in Wernicke s svojim delom poudarila vlogo leve poloble pri sposobnosti govora in jezikovnega izražanja, znanstveniki

danes vedo, da prepoznavanje zvokov govora in posameznih besed vključuje tako levo kot desno poloblo. Kljub temu pa je tvorjenje zapletene govora močno odvisno od leve poloble, vključno s čelnim režnjem in zadajšnjimi področji temenskega režnja. Ta področja so ključna pri izboru pravih besed in govorjenih zvokov.

Branje in pisanje zahtevata vključevanje dodatnih možganskih področij – teh, ki nadzorujejo vid in gibanje. Prej je bilo omenjeno, da razumevanje napisanih besed zahteva povezavo med področji možganov, ki so odgovorna za procesiranje jezika, in področij, ki procesirajo vidne zaznave. V primeru branja in pisanja sodelujejo številna področja, ki so vključena tudi v razumevanje in tvorbo govora, dodatno pa so vključena tudi področja, ki so pomembna za vidno zaznavanje, kar omogoča analizo oblik črk in besed, ter področja, ki so odgovorna za gibanje rok.

Nova spoznanja v raziskovanju jezika



Čeprav je naše razumevanje procesiranja jezika v možganih še vedno nepopolno, so nedavne molekularno genetske raziskave podedovanih motenj govora podale veliko novih spoznanj. Eden izmed genov, ki so povezani z jezikom, je *FOXP2*. Ta gen kodira poseben protein, ki sproži ali zavre izražanje ostalih genov v določenih delih možganov. Redke mutacije v *FOXP2* genu imajo za posledico težave s premikanjem ust in čeljusti pri govorjenju. Ta okvara je povezana tudi s težavami z govorjenim in pisanim jezikom.

Presenetljivo je, da je mnogo novih spoznanj na področju človeškega govora prišlo iz raziskovanja vpliva različnih, načrtno povzročenih

mutacij pri pticah, ki vplivajo na njihovo petje. Tako kot se človeški otroci naučijo jezika med določenim razvojnim obdobjem, se tudi ptičji mladiči naučijo vzorcev petja z oponašanjem petja svojih staršev ali starejših ptic. Tako kot govor dojenčkov, je tudi učenje petja pri pticah odvisno od sposobnosti mladih ptic, da slišijo svoje poskuse oponašanja odraslih. Zanimivo je, da so raziskave pokazale, da mutacija gena *FOXP2* pri pticah povzroči motnje v razvoju ptičjega petja, podobno kot pri ljudeh povzroči motnje govora.

Slikovne raziskave so pokazale, da lahko motnje gena *FOXP2* močno vplivajo na prenos informacij v dorzalnem striatumu, delu bazalnih ganglijev, ki se nahaja globoko v notranjosti možganov. Posebni nevroni v dorzalnem striatumu izražajo velike količine produkta gena *FOXP2*. Mutacije tega gena motijo pretok informacij skozi striatum in povzročijo napake govora. Te najdbe izkazujejo pomen gena *FOXP2* pri uravnavanju prenosa informacij med možganskimi regijami, ki sodelujejo pri izvajanju gibov in regijami zadolženimi za tvorbo govora. Možno je, da so spremembe v nukleotidnem zaporedju tega gena pomembno vplivale na razvoj sposobnosti govora pri ljudeh, kar bi lahko razložilo tudi, zakaj ljudje govorimo, šimpanzi pa ne.

Funkcijsko slikanje je prav tako pomagalo prepoznati možganske strukture, za katere se prej ni vedelo, da so pomembne za jezik. Tako so na primer deli srednjih in spodnjih senčnih režnjev vključeni v prepoznavanje pomena besed. Sprednji del senčnih režnjev je trenutno predmet intenzivnih raziskav, saj bi to lahko bil del možganov, ki je vključen v razumevanje govora na stopnji stavkov. Nedavne raziskave so pokazale tudi

senzorično-motorične zanke, povezane z govorom, ki se nahajajo v levem zadajšnjem senčnem režnju. Te naj bi pomagale pri komunikaciji med sistemi, zadolženimi za prepoznavanje govora, in sistemi za tvorjenje govora. Ta tokokrog je vključen v razvoj govora in verjetno podpira govorni kratkoročni spomin.

KOGNICIJA IN IZVRŠILNE FUNKCIJE

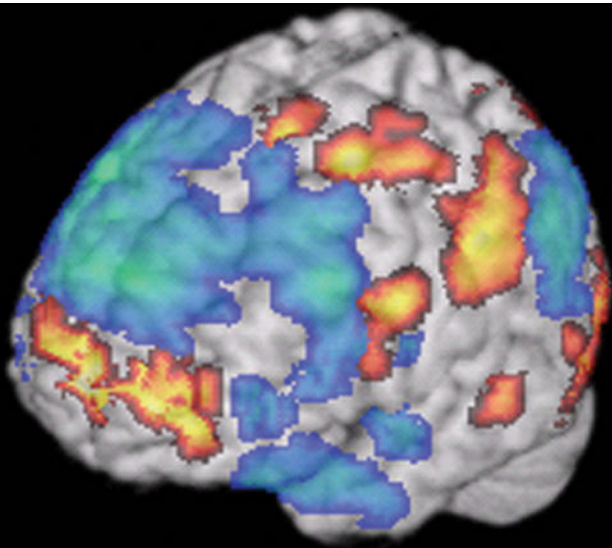
Izvršilne funkcije



Eni izmed najbolj zapletenih procesov v možganih potekajo v prefrontalni skorji (angl. *prefrontal cortex* - PFC) – sprednjem delu čelnega režnja možganske skorje. PFC sodi med najdlje razvijajoča se področja možganov, saj doseže končno zrelost šele v odraslosti. To je eden izmed razlogov, zakaj otroški možgani delujejo drugače kot možgani odraslih. Predelovanje informacij v tem delu možganov se imenuje izvršilno funkcioniranje (angl. *executive functioning*). Tako kot direktor podjetja tudi PFC nadzoruje vse, kar možgani počnejo, sprejema čutne in čustvene informacije ter na podlagi teh načrtuje in izvede odločitve ter dejanja.

Specifični deli PFC podpirajo izvršilne funkcije, kot so izbiranje, ponavljanje in nadzorovanje informacij, priklicanih iz dolgoročnega spomina. Da lahko izvaja te funkcije, PFC sodeluje z ogromnimi mrežami zadajšnjih področij možganske skorje, ki obravnavajo specifične tipe informacij – na primer vidne predstave, zvoke, besede in prostorske lokacije dogodkov.

Čeprav so izvršilne funkcije najizraziteje razvite pri ljudeh, jih izkazujejo tudi druge živali. Raziskave na nečloveških primatih so pokazale, da nevroni v PFC zadržijo informacijo aktivno (ali »v mislih«), dokler žival izvaja dejanje, odvisno od te informacije. To



National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, National Institutes of Health.

Znanstveniki lahko opazujejo možgansko aktivnost, ki tvori osnovo naprednejšim kognitivnim funkcijam, kot je ustvarjalnost. Na tej sliki je prikaz meritve aktivnosti v možganih jazz glasbenikov med improvizacijo. To je znanstvenikom dalo namig, katere možganske regije so povezane z ustvarjalnim razmišljanjem.

je analogno delovnemu spominu pri ljudeh, ki je oblika izvršilnih funkcij.

O **izvršilnih funkcijah** lahko razmišljamo kot o skupku treh bistvenih veščin: inhibicije, delovnega spomina in preklapljanja. Inhibicija je sposobnost zaviranja vedenj ali dejanj, ko so ta neprimerna, kot je recimo glasno kričanje nekoga v občinstvu ali v učilnici. Celo malčki kažejo sledi razvijajoče se sposobnosti inhibicije, kar je vidno iz njihove sposobnosti zadržati se (čepav za kratek čas), preden pojedjo posladek pred sabo. Do vstopa v prvi razred se lahko otroci spopadejo z bolj zahtevnimi nalogami inhibicije, ko je »Lucijina igra z roko«. Pri tej igri je otrokom rečeno, naj naredijo pest, ko jim nekdo pokaže prst, in naj pokažejo prst, ko jim nekdo pokaže pest. Ta test, ki zahteva inhibicijo njihove bolj avtomatične imitacije odraslih, je zelo zahteven za triletnike, medtem ko štiriletniki ta test izvedejo veliko bolje. Tekom odraščanja ljudje postajajo vedno bolj večji inhibicije.

Poleg inhibicije pa se igra roke in ostale podobne naloge zanašajo tudi na delovni spomin. To je sposob-


nost zadrževanja ukaza v mislih med odločanjem, katero dejanje izvesti (v primeru igre z roko je to pokazati nasprotno od demonstratorja). Ob novih izkušnjah informacije na začetku vstopijo v delovni spomin, ki je prehodna oblika deklarativnega ali zavednega spomina. Delovni spomin je odvisen od PFC in temenskega režnja. Omogoča sposobnost zadrževanja in uporabe informacij v kratkem časovnem obdobju brez zunanje pomoči ali namigov, kot je na primer pomnjenje telefonske številke brez zapisovanja. Večina ljudi je sposobna kratkotrajnega pomnjenja in recitacije nekega zaporedja števil ali besed skozi kratek čas, če pa jih nekaj zamoti ali pa je čas, ki je pretekel od pomnjenja, daljši od nekaj minut ali ur, to informacijo najverjetneje pozabijo. To izkazuje kratkoživost delovnega spomina, ki za svoje vzdrževanje potrebuje aktivno ponavljanje in zavestno osredotočanje.

Tretji ključni del izvršilnega funkcioniranja je preklapljanje ali kognitivna fleksibilnost, ki omogoča prilagoditve tekočega vedenja, ko

okoljski pogoji to zahtevajo. Tak primer je naloga razvrščanja kart, kjer morajo ljudje ugotoviti (preko izpraševalčevega preprostega odgovora z da ali ne), kdaj je treba preklopiti s sortiranja po enem pravilu, recimo po barvi, na sortiranje po drugem pravilu, recimo po številu. Ljudje z okvarami PFC imajo velike težave s to nalogo in ponavadi nadaljujejo s sortiranjem po prvem pravilu. Sposobnost uspešnega preklapljanja se pri otrocih razvija tudi v obdobju mladostništva. Zdi se, da se predšolski otroci uspešno prilagodijo na preproste spremembe pravil razvrščanja kart, kasneje v razvoju pa se lahko prilagodijo tudi nepričakovanim spremembam pri čedalje bolj zapletenih nalogah. Vedenjske in fiziološke mere kažejo, da je sposobnost nadzora nad lastnimi napakami očitna med adolescenco. Približno na polovici mladostniške dobe je sposobnost prilagajanja bolj zapletenim menjavam pravil igre enakovredna sposobnostim odraslega. Takšno prilagajanje zahteva hkratno sodelovanje med več kognitivnimi procesi, zato gre najverjetneje za sodelovanje več področij PFC.

Napredek izvršilnih funkcij je postopen in očitnejši pri mlajših otrocih. Čepav je PFC glavni del omrežja, zadolženega za izvršilno funkcioniranje, je v njem udeleženih tudi veliko drugih področij možganov. Zanimivo je, da s funkcijskim slikanjem zaznana stopnja aktivnosti PFC, ki naj bi bila povezana z izvršilnimi funkcijami, z odraščanjem upada, kar raziskovalci pripisujejo naraščajoči usklajenosti in učinkovitosti udeleženih živčnih omrežij.

Sprejemanje odločitev

 Temeljne veščine izvršilnih funkcij – inhibicija, delovni spomin in preklapljanje – predstavljajo osnovo ostalim veščinam. Ena izmed

teh je sprejemanje odločitev, ki od človeka terja tehtanje koristi, razumevanje pravil, načrtovanje prihodnosti in predvidevanje izida teh odločitev.

Vsak dan sprejmemo veliko različnih odločitev. Nekatere od teh sprejmemo primarno z logičnim sklepanjem, kot je na primer primerjanje vozniških redov avtobusov ali vlakov, da bi kar se da hitro prispeli k prijatelju na obisk. Spet druge odločitve nosijo pomembne čustvene posledice, na primer odločitev o tem, ali sprejmemo ponujeno cigareto od osebe, na katero želimo narediti vtis – želja po odobravanju lahko odtehta razumne pomisleke o škodljivosti cigaret. To je primer afektivnega sprejemanja odločitev (4. poglavje).

Oba tipa sprejemanja odločitev vključujeta PFC. Aktivnost v stranskem delu PFC-ja je še posebej pomembna pri premagovanju čustvenih odzivov ob sprejemanju odločitev. Zdi se, da močne povezave stranskega področja PFC-ja z možganskimi področji, povezanimi z motivacijo in čustvi, kot sta amigdala in nucleus accumbens, omogočajo nadzor nad čustvenimi in nepremišljenimi odzivi. Tako je na primer funkcijsko slikanje stranskega dela PFC pokazalo, da je to področje bolj aktivno, ko ljudje zavrnejo majhno nagrado, ki bi jo dobili takoj, v zameno za večjo nagrado, ki jo lahko dobijo v prihodnosti. To možgansko področje dozori med zadnjimi, ponavadi šele v poznih dvajsetih letih, kar pojasnjuje, zakaj imajo najstniki težave z nadziranjem svojih čustev in impulzov.

Orbitofrontalna možganska skorja, področje, ki se nahaja takoj za očmi, naj bi bilo pomembno za afektivno sprejemanje odločitev, še posebej v situacijah, ki vključujejo

nagrado ali kazen. Omenjeno področje naj bi bilo prav tako povezano z zasvojenostjo in družbenim vedenjem.

Družbena nevroznanost



Ljudje, kot tudi mnoge druge živali, smo zelo družabna bitja. Posledično je velik del človeških možganov udeležen pri obdelovanju informacij o drugih ljudeh. Družbena nevroznanost se nanaša na raziskovanje živčnih funkcij, ki so odgovorne za medčloveške odnose, kot so prepoznavanje namenov socialnih dejanj, razumevanje družbenih pravil, izbiranje družbeno primernih odzivov ter razumevanje sebe in drugih. Zadnji naveden proces je poznan kot »mentalizacija« - dajanje smisla svojim lastnim mislim in mislim drugih. Srednji del PFC-ja in nekateri deli stranskega dela PFC-ja so močno povezani s navedenimi veščinami.

Mentalizacija predstavlja osnovo nekaterim od najbolj zapletenih in navdušujočih miselnih zmožnosti. Te vključujejo empatijo in »teorijo uma«, kar je razumevanje miselnega stanja ostalih in razlogov za njihova dejanja. Do nedavnega je raziskovanje dajalo le malo poudarka družbenim in čustvenim zmožnostim, potrebnim za delovanje teh višjih miselnih funkcij, dandanes pa so tovrstna vprašanja deležna večje pozornosti raziskovalcev.

Najbolj očiten način, preko katerega razumemo miselno stanje ostalih, je opazovanje njihovih dejanj. To od možganov zahteva sposobnost videnja in prepoznave premikov ter obrazne mimike drugih ljudi, kar omogoča sklepanje o čustvih in nagibih v ozadju. Funkcijsko slikanje možganov udeležencev, ki so gledali videoposnetke drugih ljudi, je pomagalo

opredeliti, katera področja možganov so pri tem najbolj aktivna.

Več različnih področij v srednjem delu prefrontalnega korteksa sodeluje pri našem ustvarjanju mnenja o sebi in drugih. Poleg tega pa se zdi, da je specifično področje na meji med senčnim in temenskim režnjem – senčno-temenski stik (STS), aktivno le, ko opazujemo druge (in ne sebe). STS je aktiviran tudi med opazovanjem tujih dejanj, ki se zdijo v nasprotju z njihovimi nameni, ali dejanj, katerih namen je zavajanje.

Razširjena, čeprav kontroverzna teorija družbene kognicije se osredotoča na odkritje »zrcalnih nevronov«. V 90. letih prejšnjega stoletja so raziskovalci odkrili nevrone v motorični skorji opic rezus makaki, ki so bili bolj aktivni samo ob določenih dejanjih opic. Presenetilo jih je spoznanje, da so bili isti nevroni aktivni tudi, če je žival zgolj opazovala drugo opico ali osebo, ki je izvajala isto dejanje. Te najdbe so spodbudile domnevo, da so zrcalni nevroni osnova naše sposobnosti razumevanja dejanj ostalih. Dodatne raziskave so razkrile, da takšni nevroni obstajajo tudi pri ljudeh, in to celo v širših možganskih omrežjih.

Zrcalni nevroni so tako pronicali v popularne medije. Kljub temu pa je bila v desetletju od njihovega odkritja njihova vloga v družbeni kogniciji postavljena pod vprašaj – precejšnje število znanstvenikov namreč meni, da je le malo neposrednih izsledkov, ki bi podpirali predvideno vlogo zrcalnih nevronov pri teoriji misli, mentalizaciji in empatiji.

Raziskovalci še vedno raziskujejo zrcalne nevrone, pa tudi druge mehanizme, ki nam omogočajo razumevanje in sočustvovanje z drugimi. ■