

Ali svobodna volja v času nevroznanosti še obstaja?

Peter Pregelj^{1,2} in Jure Bon¹

1 Univerzitetna psihiatrična klinika Ljubljana
Studenec 48
1260 Ljubljana-Polje
e-naslov: peter.pregelj@psih-klinika.si

2 Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za psihiatrijo
Vrazov trg 2
1000 Ljubljana

Povzetek

Svobodna volja je sposobnost posameznika, da lahko svobodno izbira med različnimi možnostmi in pri tem ni omejen, oviran ali pod pritiskom drugih. Nasprotno determinizem predvideva, da so dogodki vnaprej predvidljivi in posledica predhodnih dogodkov. Z vse boljšim poznavanjem delovanja osrednjega živčevja človeka je vse manj prostora za

nepredvidljivost in s tem za obstoj svobodne volje, ki se osredotoča bolj na zmožnost posameznika preprečiti načrtovano ali pogojeno dejanje, vse manj pa na iniciacijo dejanja samega, ki se, kot kaže, skriva v nezavedni aktivnosti osrednjega živčevja. Umikanje svobodne volje in iluzija o njej ima pomemben vpliv tudi na razumevanje odgovornosti in morebitne krivde za izvršena ali nepreprečena dejanja.

Uvod

Svobodno voljo posameznika je mogoče okvirno opredeliti kot sposobnost, da lahko svobodno izbira med različnimi možnostmi in pri tem ni omejen, oviran ali pod pritiskom drugih. Opredeljuje sposobnost, da posameznik sam izbira možne izide določene situacije, in torej zajema časovno komponento odločanja v sedanjosti glede prihodnosti. Iz filozofskega gledišča sta se v zahodni misli izoblikovala dva nasprotujoča si pogleda: determinizem na eni strani in metafizični libertarianizem na drugi. Gre za izključujoča se filozofska pogleda, ki sta lahko povsem ali delno nekompatibilna. V primeru popolne nekompatibilnosti je razpravljanje o odgovornosti posameznika in njegovi krivdi v okviru determinizma vprašljivo, ker se predvideva, da je prihodnost vzročna posledica dogodkov v preteklosti, na katero posameznik ne more vplivati (vzročno-posledični determinizem), ali pa gre za posledice delovanja stvarnika (teološki determinizem). V primeru delne nekompatibilnosti tovrstna opredelitev za izhodišče niti ni potrebna, saj naj bi tu prav determinizem omogočal svobodno voljo. Po Heglu lahko na primer sklepamo, da je svoboda v tem, da posameznik svobodno sprejme nujnost, ki človeka determinira. Vprašanje obstoja svobodne volje pri posamezniku je mogoče postaviti tudi v kontekstu nevroznosti, ki preučuje delovanje osrednjega živčevja in na različnih ravneh opredeljuje odgovor posameznika na dražljaje iz okolja (trenutne in pretekle).

Genetika kot oblika determinizma

Dejavnike, ki vplivajo na razvoj posameznika, njegovih morebitnih zdravstvenih težav in vsesplošno funkcioniranje, je v grobem mogoče deliti na genetske dejavnike in dejavnike okolja. V osnovi je posameznik opredeljen, determiniran z genetskimi dejavniki, na katere nima vpliva, ker posamezne genske različice prejme od svojih bioloških staršev. Dedni zapis v obliki zaporedja nukleotidov opredeljuje posameznikove biološke lastnosti – od zgradbe telesa, vključno z osrednjim živčevjem, pa vse do delnega vpliva na njegovo funkcioniranje. Vendar enostavna, vzročno-posledična povezava tudi v primeru genetike ni mogoča. Tako na primer ni mogoče na osnovi zaporedja nukleotidov v posameznikovi DNK sklepati na strukturo osrednjega živčevja in prek tega na funkcioniranje posameznika. Nevroznanost namreč ne razpolaga z zadostnimi podatki, da bi bilo tovrstno sklepanje mogoče. Ideja o enem genu in eni beljakovini, ki nastane iz posameznega gena, že dolgo ne velja več.

Znano je namreč, da en gen utegne kodirati več beljakovin, dodatno pa je pomembna tudi regulacija izražanja genov. Zlasti v osrednjem živčevju človeka posamezen gen nosi zapis za veliko število beljakovin. Glede izražanja genov je možno že na primeru metulja in gosenice ugotoviti, da oba nosita isti genski zapis, a sta si zaradi različnega izražanja genov po videzu zelo različna. Podobno je znano tudi, da je človeški genom skoraj identičen šimpanzovemu, pri čemer predvsem regulacija izražanja genov privede do pomembnih razlik v zgradbi telesa in živčevja ter s tem sposobnostih funkcioniranja.

Znano je, da že neznatne spremembe v zgradbi molekule DNK privedejo do pomembnih sprememb v delovanju posameznih beljakovin v telesu posameznika. Za primer vzemimo encim katehol-o-metil transferazo (COMT), ki sodeluje v razgradnji živčnih prenašalcev v osrednjem živčevju. Sprememba le enega od nukleotidov v navedenem genu privede do večkratnega ojačanja delovanja tega encima in posledično do hitrejše razgradnje živčnih prenašalcev, vključno z dopaminom, ki je odgovoren med drugim tudi za doživljanje ugodja. Ugotavljajo, da posledično ljudje s hitrejšo razgradnjo dopamina zaradi omenjene spremembe encima doživljajo subjektivno manj ugodja in so bolj nagnjeni k razvoju odvisnosti od psihoaktivnih snovi. Podobno spremembe v drugem pomembnem encimu za razgradnjo živčnih prenašalcev, monoaminoooksidazi (MAO), privedejo do sprememb posameznikovega reagiranja na neugodne dražljaje iz okolja in s tem do večje verjetnosti, da se bodo pojavile težave v kontroli impulzov, kar utegne voditi v agresivno vedenje.

Eno od različic encima MAO-A povezujejo z večjo verjetnostjo za agresivno vedenje, kar je bilo že uporabljeno v pravne namene, kot podatek pri izdelavi izvedenskega mnenja, na primer v primeru Bradley Waldroup v ZDA. (1) Izvedenec William Bernet z Univerze Vanderbilt je navedel, da je ta genska različica, prisotna pri preiskovancu, povečala tveganje za izražanje agresivnega vedenja v kombinaciji z zlorabo v otroštvu. Ocenil je, da se pri posamezniku s kombinacijo omenjenega genskega in okoljskega dejavnika poveča verjetnost, da bo obsojen zaradi agresivnega kaznivega dejanja, na 400% v primerjavi s situacijo, kjer teh dejavnikov ne bi bilo prisotnih.

Bistveno težavo pri ugotavljanju in zanesljivosti vzročnih povezav med takimi genskimi različicami in določenim neprilagojenim vedenjem pa zaenkrat predstavlja prav pomanjkljivo poznavanje uravnava- nja izražanja posameznih genov, zlasti pod vplivom

okoljskih dejavnikov. Le maloštevilne raziskave so proučevale kombinacije součinkovanja posameznih genskih različic ob sočasnem okoljskem dejavniku na poznejše vedenje posameznika v odrasli dobi. Na uravnavanje izražanja genov lahko delujejo zelo različni dejavniki na različnih ravneh. Tako je pomembno na primer uravnavanje izražanja genov na ravni promotorja, to je dela molekule DNK, ki običajno leži tik ob genu in na katerega se vežejo encimi, ki ob molekuli DNK tvorijo molekulo mRNA, ki prenese informacijo za tvorbo beljakovin do ribosomov. Tako se lahko kljub prisotnosti »patološke« različice vpliv gena ne izrazi, če je tvorba kodirane beljakovine zavrta.

Dražljaj in odgovor

Delovanje živčevja pri človeku je mogoče razumeti kot sistem odzivanja na dražljaje iz okolja z namenom vplivanja na prihodnost. Poenostavljeno je tako mogoče dražljaj razumeti kot odraz preteklosti, procesiranje informacij v živčevju kot sedanost in odgovor na dražljaj kot vplivanje na prihodnost. Živčni sistem je tako usmerjen k odgovoru posameznika na dražljaje iz okolja s predvidevanjem prihodnosti. Iz gledišča determinizma je v tem okviru mogoče živčevje prepoznavati kot sistem, skozi katerega se pretaka energija, pridobljena z dražljajem iz okolja in odgovorom organizma v trenutnem ali odloženem vedenju. S sledenjem energije skozi posamezne živčne celice bi bilo teoretično mogoče napovedati odgovor posameznika na določen dražljaj. V primeru da je mogoče že vnaprej predvideti odgovor posameznika na določen dražljaj in je ta tudi že vnaprej determiniran, prostora za svobodno voljo ni več, saj posameznik, ne glede na lastno voljo, ne zmore več preprečiti že vnaprej predvidenega odgovora s strani opazovalca. Tovrsten odgovor organizma na dražljaj iz okolja je mogoče enačiti z delovanjem elektronskega računalna. (2) Če na primer pritisnemo na tipko 6, se bo na zaslonu pojavila številka 6. Odgovor elektronskega računalna je predvidljiv in determiniran. Podobno je na ravni enostavnega refleksnega loka pri človeku mogoče z veliko verjetnostjo pričakovati, da se bo ob udarcu s kladivom pod kolonom delno iztegnil kolenski sklep. Odgovor je tako predvidljiv, pričakovan in determiniran. Ne glede na morebiten obstoj svobodne volje posameznika, le-ta ne more vplivati na odgovor organizma ob vneseni energiji v telo z dražljajem (udarcom kladiva). Dražljaj se prek proprioceptorjev prenese na živčna vlakna, po njih potuje do hrbtenjače, kjer se preklopi na motorične nevrone, potuje do

mišic, ki se skrčijo, in spodnja okončina posameznika se premakne. Podobno je z bolečinskimi dražljaji in že bolj kompleksnimi umaknitvenimi refleksi. Posameznik bo odmaknil roko od vročega predmeta, ne da bi tovrstno vedenje načrtoval ali zavestno predvidel posledice. Če gre torej za vnaprej določene odgovore organizma na dražljaje iz okolja, ni mogoče pričakovati drugačnih odgovorov, kot so vnaprej določeni nevrobiološki odgovori organizma. Vprašanje svobodne volje v tovrstnih primerih ne obstaja in tudi ni pričakovati, da bi posameznik bil sposoben spreminjati tovrstne refleksne odgovore. Vprašanje krivde je pri posledicah tovrstnih odgovorov posameznika na dražljaje iz okolja v povezavi z deterministično osnovo tovrstnih odgovorov. Če na primer posameznik izpusti dvignjen vroč lonec vrele vode iz rok in ob tem opari bližnjega, ni bil zmožen s svobodno voljo vplivati na svoje vedenje ob neugodnem dražljaju.

Prek enostavnih refleksnih lokov

Delovanje možganov kot bolj kompleksne strukture osrednjega živčevja je mogoče v okviru kognitivne znanosti primerjati z delovanjem osebnega računalnika ali računalniških mrež. Tudi v tem primeru je mogoče do določene mere slediti poteku energije dražljaja po samem sistemu in v določeni meri pričakovati odgovor. Postavlja se tudi vprašanje možnosti predvidevanja odgovora preiskovanca – računalniškega sistema in predvidevanja s strani opazovalca. V primeru bolj kompleksnega računalniškega sistema so predvidevanja vse manj zanesljiva in predvidljiva. Tako lahko sicer predvidimo, da bomo ob pritisku na tipko »K« dejansko dobili na zaslonu izpisan »K«, vendar le, če bo vključena možnost velikih črk. Kadar vpišemo v spletni iskalnik določeno iskalno geslo, pa po večini ne moremo več predvideti, katere iskalne zadetke bomo pridobili na zaslonu. Ali gre torej še za vnaprej determiniran odgovor ali za svobodno voljo sistema? Glede na dobro poznavanje delovanja računalniških sistemov in pretoka energije po njih ne moremo trditi, da je odgovor posledica »svobodne volje« sistema, pač pa vnaprej predvidenih in določenih algoritmov. S podrobnim proučevanjem specifičnega odgovora je mogoče prepoznati algoritme, ki so pripeljali do njega. Tok energije in informacije je tako mogoče določiti. Z razvojem analogije delovanja osrednjega živčevja z računalnikom se je vse bolj razvijala misel, da je odgovor človeka na zunanje dražljaje iz okolja zgolj posledica procesiranja teh dražljajev po vnaprej

določenih algoritmih, ob tako imenovanem notranjem stanju sistema (spominu). (3) Odgovor (output) je tako posledica dražljaja (inputa) in internega stanja sistema (spomina).

Čeprav so nevronske mreže in delovanje možganov na različnih ravneh, od celičnega, medceličnega in systemskega, vse bolj poznane, pa ni mogoče tovrstne analize izvesti pri posamezniku v večini primerov kompleksnejših odgovorov na dražljaje iz okolja, ki zajemajo delovanje možganov. Že sami avtorji tovrstnih primerjav so opozarjali na njihove pomanjkljivosti. (4)

Svobodna volja kot iluzija

Benjamin Libet je s svojimi elektrofiziološkimi eksperimenti ugotovil, da se v osrednjem živčevju že okvirno 550 milisekund pred zavedanjem odločitve o izvedbi dejanja pojavlja za dejanje značilna aktivnost, medtem ko se občutek odločitve za dejanje pojavi šele 150 do 200 milisekund pred samim dejanjem. (5) Eksperimenti so postavili dvom o obstoju svobodne volje, ker nakazujejo, da je mogoče s svobodno voljo neko dejanje le preprečiti, nastanek impulza zanj pa verjetno ni posledica svobodne volje.

Poznejše raziskave z možnostjo draženja posameznih struktur osrednjega živčevja so omogočile dodatne manipulacije občutka svobodne volje. Pri draženju s transkranično magnetno stimulacijo so ugotovili, da lahko vplivajo na dejansko odločitev posameznika, ki pa jo je kljub temu doživljal kot lastno in posledico svobodne volje, čeprav je bila posledica zunanjega vpliva in s tem vnaprej določena. (6) Ponovitve eksperimenta so sprva potrdile to povezavo, nadaljnje podrobnejše raziskave povezav pa so bile večinoma negativne. Nekatere raziskave čas od pojava aktivnosti v osrednjem živčevju do izvedbe dejanja razširjajo na več sekund, kar je bistveno pred pojavom občutka svobodne odločitve za dejanje. Tako je mogoče vlogi opazovalca in preiskovanca obrniti. S posebno analizo zbranih podatkov med funkcijskim magnetnoresonančnim slikanjem osrednjega živčevja (multivariatna analiza vzorcev aktivnosti) je možno pri posamezniku napovedati, za katero izbiro se bo odločil (desni ali levi gumb) že 7 sekund prej, kot zazna občutek lastne odločitve (svobodne volje). (7) Obstajajo tudi stanja, ko je sposobnost inhibicije že začetega vedenja onemogočena, na primer v primerih epilepsije ali nekaterih težjih psihičnih motenj.

Svobodna preprečitev dejanja

Glede na organizacijo osrednjega živčevja je tako mogoče ugotoviti, da se vplivi dražljajev iz okolja, ki se v globljih strukturah možganov preklapljajo na sisteme, ki vodijo v določeno vedenje, lahko zavrejo z dejavnostjo prefrontalne možganske skorje. Tako obstaja sposobnost človeka, da določenega dejanja kljub dražljajem iz okolja ali notranjim impulzom ne izvrši. V primerih ko so ti »nadzorni sistemi« okrnjeni, se tovrstni dražljaji lahko neovirano prevedejo v neustrezno vedenje posameznika. Odvisno od stopnje in vzroka okrnjenosti navedenih sistemov je možno ugotavljati odgovornost in krivdo posameznika za določeno vedenje. Bolj zapleteno postane razmišljanje o opustitvi določenega dejanja posameznika, kadar dražljajev iz okolja ni in je aktivnost pogojena z »internim stanjem sistema«, na primer s shranjenimi spomini.

Zaključek

Ugotoviti je mogoče, da svobodna volja pri posamezniku obstaja v obliki možnosti preprečitve odgovora na dražljaje iz okolja ob predvidevanju negativnih posledic tovrstnega odgovora, v omejenem segmentu funkcioniranja posameznika in ob predpostavki, da osrednje živčevje deluje nemoteno. Del odgovorov posameznika na dražljaje iz okolja je bolj ali manj avtomatski in determiniran, ob tem pa zmotno razumljen kot svobodna volja. Svobodna volja tako tudi v času nevroznanosti obstaja vsaj v delu, kjer nevroznanosti ne uspe pojasniti mehanizmov delovanja osrednjega živčevja posameznika.

Literatura

1. Barber N. Pity the poor murderer, his genes made him do it. *The Human Beast: Why we do what we do*. Psychology Today 2010; (spletna stran, povzeto 26.12.2015).
2. Putnam H. 1961. *Brains and Behavior*. American Association for the Advancement of Science; 1961.
3. Horst S. *The Computational Theory of Mind*. The Stanford Encyclopedia of Philosophy; 2005.
4. Putnam H. *Representation and Reality*. Cambridge MA: Harvard University Press; 1988.
5. Libet B, Gleason CA, Wright EW, Pearl DK. Time of Conscious Intention to Act in Relation to Onset of Cerebral Activity (Readiness-Potential). *Brain* 1983; 106 (3): 623–42.
6. Ammon K, Gandevia SC. Transcranial magnetic stimulation can influence the selection of motor programmes. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 1990; 53 (8): 705–7.
7. Gray J. *Consciousness: Creeping up on the Hard Problem*. Oxford University Press; 2004.
8. Soon CS, Brass M, Heinze HJ, Haynes JD. Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nature Neuroscience* 2008; 11 (5): 543–5.

