

więzało się z halucynacjami, stanami depresyjnymi, hiperseksualnością, większą skłonnością do hazardu czy deficytami w przetwarzaniu informacji.

Neuromodulacja, podobnie jak zabiegi uszkadzające, nie jest metodą leczenia przyczynowego, lecz ma charakter leczenia objawowego. Przywraca ona zaburzoną przez chorobę równowagę w zakresie ośrodków centralnego układu nerwowego, natomiast nie powoduje restytucji utraconej funkcji podlegających zwyrodnieniu obszarów mózgu. Z tego powodu podejmuje się obecnie nowatorskie próby odbudowy uszkodzonych struktur drogą przeszczepów tkankowych, terapii genowej lub lokalnych iniekcji czynników wzrostowych. Przeszczepy tkankowe, choć wydają się najbardziej naturalnym i definitywnym rozwiązaniem w przypadku chorób neurodegeneracyjnych, prowadzą do rozwoju ruchowych objawów ubocznych. Związane jest to z autonomiczną, a więc niepodlegającą mechanizmom regulującym, produkcją neuroprzekaźników. W celu ograniczenia nasilenia obserwowanych objawów ubocznych paradoksalnie zastosowano neuromodulację. Idąc dalej, można przewidywać, że równoczesne zastosowanie przeszczepów komórkowych i neurostymulacji bezpośrednio w obszarze implantowanych komórek pozwoli na pełną kontrolę ich aktywności. Podobne rozwiązanie może ograniczyć ryzyko związane z terapią genową, polegające na generowaniu potencjalnie groźnych mutacji. Najnowszą metodą stosowaną w neurochirurgii czynnościowej jest długotrwały wlew czynników wzrostowych działających neuroprotekcynie oraz stymulujących różnicowanie komórek w kierunku pożądaných linii neuronalnych.

Niewątpliwie jednak najbliższa przyszłość należy do neuromodulacji. W przeciwieństwie do przeszczepów tkankowych metoda ta uzyskała powszechną akceptację, a liczba zoperowanych na całym świecie pacjentów przekracza sto tysięcy. Liczba publikacji naukowych i nowych zastosowań tej metody rośnie lawinowo, a uzyskiwane efekty są spektakularne. Postęp technologiczny dotyczący charakterystyki prądu stymulującego, geometrii i liczby elektrod, potencjalne efekty neuroprotekcjne oraz postęp w poznaniu mechanizmów działania pozwalają liczyć na dalszy rozwój metody. Jediną konkurencyjną – lub raczej komplementarną – metodą leczenia wydaje się być nowoczesna, pozbawiona efektów ubocznych farmakoterapia.



Ryc. 1. Pacjentka z obustronnie wszczepionymi układami do stymulacji głębokiej mózgu (dzięki uprzejmości Medtronic Poland, S.A.).

Dr Witold Libionka, Klinika Neurochirurgii i Neurotraumatologii, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński.



NEURONAUKI I NATURA LUDZKA

Włodzisław Duch (Toruń)

Tradycyjne myślenie o naturze ludzkiej nie uległo większej zmianie od średniowiecza. Nadal opierając się na głęboko zakorzenionych iluzjach popartych naiwną introspekcją. Coraz lepiej rozumiemy jednak naturę procesów podejmowania decyzji, jak i naturę iluzji, stwarzanych przez mózg. Wielu ludzi wdaje się w dyskusje na temat świadomości nic nie wiedząc o mózgu i nie dysponując aparatem pojęciowym, pozwalającym zrozumieć stosunkowo proste zjawiska fizyczne, nie mówiąc już o takich złożonych zagadnieniach jak budowa komputera czy telefonu

komórkowego. Już 1600 lat temu powstał dialog króla Milindy z buddyjskim mędrcem Nagaseną, w którym pada pierwsza sensowna odpowiedź na pytanie „Skąd się biorą skłonności?”. Nagasena odpowiada pytaniem:

- Kiedy pada deszcz, dokąd płynie woda?
- Będzie płynąć po pochyłościach gruntu.
- A gdyby deszcz spadł ponownie, dokąd by płynęła woda?
- Płynęłaby w tym samym kierunku, co pierwsza woda.

Jest to podstawa neurologicznej teorii asocjacyjnego uczenia się: neurony, które są jednocześnie aktywne, wzmacniają swoje połączenia (*neurons that fire together wire together*). Tą słynną regułą sformułował Donald Hebb w 1949 roku (a wcześniej Carl Wernicke w 1900 roku). Oznacza to, że istnieje neuronalny determinizm: wynikiem indywidualnych doświadczeń życiowych, wychowania, kultury, języka jest określona struktura mózgu. Krótko mówiąc, nie możemy myśleć inaczej, niż pozwala nam na to aktywność neuronalna, a ta ograniczona jest przez indywidualną historię, jak i genetyczne uwarunkowania. O ile jednak o determinizmie genetycznym sporo się dyskutowało, pojęcie determinizmu neuronalnego jest jeszcze mało znane. Każdy myśli tak, jak pozwala mu na to jego mózg. Ludzie mają bardzo zróżnicowane możliwości poznawcze i afektywne, zależnie od swoich mózgów, podobnie jak możliwości fizyczne zależą od budowy ciała. To nie „ja” mam mózg, tylko mózg ma „mnie” jako jeden z wielu procesów, które kontroluje.

Natura w procesie ewolucji ciągle eksperymentuje, gdyż przyszłość jest niepewna: im większe możliwości przystosowania danego gatunku, tym większy musi być rozrzut jego cech, a więc własności zróżnicowanie indywidualnych jednostek. Zmienne są zarówno cechy fizyczne jak i psychiczne: od skrajnego altruizmu do egoizmu i psychopatii. Zło i dobro w człowieku to cena za wielkie możliwości przystosowania się do różnych warunków. W tym świetle zachowania, które są potępiane z moralnego punktu widzenia, wydają się coraz bardziej skutkiem zaburzeń rozwoju, które należy rozumieć jako skutek determinizmu genetycznego jak i neuronalnego, niż złych intencji i działań podejmowanych przez człowieka mającego wolny wybór. Coraz trudniej uwierzyć w rozumne i dobre anioły, które z własnej woli buntują się stając się złe i głupie (bunt przeciwko władzy absolutnej i kochającej jest przejawem głupoty). Schadenfreude i inne negatywne uczucia nie są wynikiem własnych decyzji, mają podłoże biologiczne, czy to w wyniku genetycznych skłonności czy neuronalnego determinizmu.

O chorobach woli mówi się od niedawna. Należą do nich nałogi związane z obsesyjnym zachowaniem, np. patologiczny hazard, seksoholizm, pracoholizm (ergomania), gry, telewizja, Internet... Uzależnić można się od wielu substancji, mamy więc: narkomanię, lekomanię, alkoholizm, nikotynizm, anoreksja, bulimię, lub bardziej subtelne uzależnienia od czekolady czy lodów... Zaburzenia kontroli impulsów popychających nas do różnych nieracjonalnych działań dają w wyniku: zakupomanię, kleptomanię, piromanię, obgryzanie paznokci, trichotillomanię... W przypadku

poważniejszych zaburzeń mamy całe spektrum fobii, paniki, tików, zespół Touretta, zaburzeń obsesyjno-kompulsyjnych... Wola działania może zniknąć w depresji, schizofrenii czy innych chorobach, jak i na skutek udarów mózgu w okolicach kory przedczołowej. Uzależnienia można uznać za choroby woli związane z zaburzeniami poznawczymi, które utrudniają przypominanie negatywnych konsekwencji.

Pomimo braku dobrych modeli wolnej woli biologzy unikali analizy tego tematu wierząc w jakiś magiczny składnik, który ją przywróci. Przybywało jednak dowodów, że zachowanie ludzi i zwierząt określają geny, środowisko i czynniki stochastyczne (w skrócie GES). Już Karol Darwin zdawał sobie z tego sprawę pisząc: „Prowadzi to do wielkiej pokory, nie należy się nam za nic uznanie ani nie powinniśmy winić innych.” Jakie będą tego skutki? Darwin był przekonany, że nie jest to wiedza dla każdego.

Liczne doświadczenia prowadzone w ostatnich dziesięcioleciach pozwoliły coraz lepiej zajrzeć do ukrytych mechanizmów odpowiedzialnych za podejmowanie decyzji i procesy poznawcze. W tradycyjnym ujęciu „ja” wydaje decyzję (choć nie wiadomo skąd się ona zjawia) i następnie podejmuje działanie. Każdy biologiczny organizm musi ciągle podejmować decyzję: co zrobić w następnej chwili. Zanim uświadomimy sobie, co chcemy zrobić, w przedczołowych płatach mózgu muszą powstać plany. Analizując aktywność tych obszarów można w prostych przypadkach przewidzieć, jaką decyzję podejmie człowiek, na parę sekund wcześniej zanim on sam uświadomi sobie, co chce zrobić. Mózg podejmuje wiele decyzji, tworzy reprezentację „ja” pozwalającą lepiej wyodrębnić organizm od środowiska i przypisuje wszelkie działania „ja” jako czynnikowi sprawczemu. Wynikiem jest iluzja wolnej woli. Nie jesteśmy świadomi większości czynników wpływających na podejmowane decyzje, wiele z nich zwiększa po prostu aktywność określonych obszarów mózgu nie mając pozornie żadnego związku z pojawiającymi się myślami czy chęciami działania. Liczne słabe fale pobudzeń mózgu składają się w jedną wielką falę, prowadzącą do powstania myśli czy jakiegoś działania, ale nie można jednoznacznie wskazać na określone przyczyny. Mózg powstał po to by zwiększyć szansę przeżycia, zajmuje się więc relacjami organizm-środowisko, nie wnikając głęboko w głęboko ukryte mechanizmy swojego działania. W ostatnich latach rozwój nauki to jednak zmienił i coraz lepiej rozumiemy te mechanizmy. Nie ma już miejsca na tradycyjnie rozumianą wolną wolę.

Francis Crick krótko przed śmiercią powiedział: „Myślę, że moje życiowe decyzje były wynikiem pro-

cesów deterministycznych... Wyobrażenia zbudowana na błędnych podstawach nigdzie nas nie zaprowadzi.” Anthony Cashmore pisze wprost: „Jesteśmy mechanicznymi siłami natury”. Porównuje wiarę w wolną wolę do wiary religijnej lub kontynuacji wiary w witalizm, odrzuconej 100 lat temu. Nie uważa tego jednak za pesymistyczny wniosek, raczej otwiera to drogę do postępu socjotechniki. Wszyscy jesteśmy niewinni, ale jeśli łamiemy prawo trzeba nas adekwatnie ukarać tak, by było to działanie wychowawcze.

Neuronauki nie pozostawiają więc wątpliwości, że starożytne wyobrażenia o „duchu w maszynie”, obdarzonym wolną wolą, za pomocą której „ja” rządzi ciałem, są błędne. Takie przekonania oparte były na naiwnej introspekcji i nie ma żadnych powodów, by okazały się prawdziwe, jednak to na nich opiera się najczęściej rozumienie natury ludzkiej. Wolna wola jest jednak kluczowym elementem, na którym opierają się idea osobistej odpowiedzialności, całe prawodawstwo i przekonania religijne. Czy powinniśmy się czuć odpowiedzialni za własne czyny, czy też możemy uznać, że nic od nas nie zależy, mózg i tak robi jak chce?

Taki pogląd byłby nadmiernie pesymistyczny. Człowiek jest częścią społeczeństwa, które powinno wpoić mu właściwe wzorce postępowania, tak kształtować neuronalny determinizm by nauczyć go kontrolowania swoich emocji i impulsów skłaniających do działania zarówno dla jego własnego dobra,

jak i dobra całego społeczeństwa. Niestety, systemy edukacji się tym nie zajmują, chociaż taki ideał pełnego kształtowania człowieka znany był już w starożytności. Grecka *paidea* była procesem kształcenia ludzkiej natury, zmierzającym do ukształtowania dobrego i szlachetnego człowieka. Osiąganie ideału doskonałości, zwanego *arete* (tłumaczone jako „cnoty”), było centralnym zadaniem takiego wychowania. Obejmowało to zarówno trening fizyczny (*gymnasion*), umysłowy (sztukę oratorską, retorykę, podstawy nauk), jak i duchowy (muzykę i zasady moralne). Igrzyska olimpijskie i konkursy poetyckie i literackie, mające wyłonić najlepszych, były pochodną *paidei*. W odniesieniu do charakteru człowieka *arete* to stan umysłu, z którego wynikają właściwe reakcje i emocje. W wielu innych kulturach „kultywacja umysłu” zmierzająca do kształtowania postaw moralnych i mądrości życiowej było znacznie ważniejsze, niż samo zdobywanie wiedzy. Pełna integracja zachowań instynktownych i refleksyjnych (id, ego i superego w terminologii Freuda) tak, by również zachowania instynktowne były odbiciem hierarchii wartości człowieka jest trudna, a poczucie winy i skrucha są istotną częścią tej nauki. Taka integracja nigdy nie jest pełna, ale dążenie do niej jest szlachetnym celem rozwoju duchowego człowieka, istotną częścią jego samorealizacji. Edukację powinna więc czekać kolejna, wielka reforma.

Prof. dr hab. Włodzisław Duch, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń.



AGRESJA I EMPATIA – DZIWNE POMIESZANIE

Jerzy Vetulani (Kraków)

Agresja i empatia wydają się być dwoma biegunami zachowań społecznych, Obie są istotne dla funkcjonowania społeczeństwa, obie są ewolucyjnie starsze od człowieka, obie mają swoje określone podłoże neurobiologiczne. Mimo pozornie diametralnej różnicy oba typy zachowań mają w znacznej mierze podobne podłoże neurobiologiczne i często wzajemnie się przeplatają. Ten związek agresji i empatii ma doniosłe konsekwencje dla zachowań społecznych i warto mu się dokładniej przyglądać.

AGRESJA

Jednym z najbardziej charakterystycznych aspektów biosfery jest kontrast pomiędzy wykładniczymi, praktycznie nieograniczonymi możliwościami

reprodukcji, a powiększającymi się liniowo, praktycznie statycznymi zasobami środowiska. Stąd istoty żywe, aby pełnić swą rolę biologiczną muszą względnie rywalizować z innymi, W przypadku zwierząt i człowieka rywalizacja taka prowadzi do podejmowania celowych działań pośrednio lub bezpośrednio szkodliwych dla innych.

Celowe działanie zmierzające do wyrządzenia szkody przedmiotowi tego działania nazywamy agresją. W tej definicji (w odróżnieniu od niektórych innych, używanych przez psychologów) istotnym elementem jest celowość działania, a nie jego skutek, ani też nastawienie emocjonalne. Zabicie ślimaka w wyniku przypadkowego nadeptnięcia nań nie jest działaniem agresywnym. Zabicie ślimaka, aby przygotować zeń wykwintne danie – jest (będzie to