Biologia engramu i etyka neurotechnologii w świetle książki How to Change a Memory Steve'a Ramireza

AUTOR

Fundacja Dobre Państwo

STRESZCZENIE / ABSTRACT

Artykuł analizuje naturę pamięci nie jako statycznego archiwum, lecz jako dynamiczną organizację biologiczną (engram), która ewoluuje poprzez representational drift. Autor podkreśla funkcję prospekcyjną pamięci – służy ona nie tyle odtwarzaniu przeszłości, ile symulowaniu przyszłych zdarzeń i adaptacji organizmu. Kluczowym punktem jest przejście od obserwacji do przyczynowej ingerencji w mózg dzięki optogenetyce i projektom takim jak Project X. Możliwość selektywnego aktywowania populacji neuronów otwiera drogę do technicznej manipulacji wspomnieniami, co rodzi fundamentalne pytania o tożsamość jednostki oraz etykę stosowania neurotechnologii w kontekście prywatności mentalnej i sprawstwa człowieka.

The article analyzes the nature of memory not as a static archive, but as a dynamic biological organization (engram) that evolves through representational drift. The author emphasizes the prospective function of memory – it serves not so much to reproduce the past, but to simulate future events and organism adaptation. A key point is the transition from observation to causal interference in the brain thanks to optogenetics and projects such as Project X. The ability to selectively activate neuron populations opens the way to technical manipulation of memories, which raises fundamental questions about individual identity and the ethics of using neurotechnology in the context of mental privacy and human agency.

Artykuł analizuje ewolucję rozumienia pamięci – od statycznego archiwum przeszłości po dynamiczny, biologiczny system służący przede wszystkim prospekcji, czyli symulowaniu przyszłych działań. Autor wskazuje na przełom metodologiczny w neuronauce (m.in. optogenetyka), który pozwolił przejść od obserwacji do przyczynowej

manipulacji engramami. Główna teza tekstu głosi, że choć techniczna zdolność do edycji wspomnień staje się faktem, nie może ona prowadzić do neuroredukcjonizmu, w którym tożsamość sprowadza się do konfiguracji neuronów. Pamięć jest bowiem procesem relacyjnym i wielopoziomowym, kształtowanym przez kulturę i więzi społeczne. W konsekwencji autor postuluje konieczność stworzenia rygorystycznych ram etycznych i prawnych, które oddzielą techniczną możliwość ingerencji od normatywnego uprawnienia do niej. Celem nie powinno być dążenie do neurologicznej optymalizacji człowieka, lecz ochrona jego autonomii i prawa do bycia autorem własnej biografii w świecie, gdzie granica między naturalną plastycznością mózgu a technologiczną kontrolą ulega zatarciu.

SŁOWA KLUCZOWE

biologia engramu | etyka neurotechnologii | optogenetyka | rekonsolidacja pamięci | representational drift | prywatność mentalna | neuroredukcjonizm | plastyczność synaptyczna | prospekcja | Recommendation on the Ethics of Neurotechnology | sprawstwo rozproszone | closed-loop technology | neuronalna organizacja somato-synaptyczna | manipulacja wspomnieniami

Pamięć jako dynamiczna organizacja biologiczna

Historia badań nad pamięcią stanowi fragment znacznie szerszej historii ludzkiego poznania, gdyż dotyczy osobliwego zwrotu, w którym przedmiot badający świat uczynił przedmiotem same warunki własnego poznawania. Człowiek najpierw obserwował gwiazdy, ruch ciał, rośliny, zwierzęta i choroby; później zwrócił się ku układowi nerwowemu, by zadać pytanie szczególne: w jaki sposób zdarzenie, które już nie istnieje, pozostaje obecne w organizmie? W tym pytaniu kryła się intuicja prowadząca od metafor śladu i tabliczki woskowej, przez prace Semona i neuronową architekturę Cajala oraz Hebbowskie zespoły komórkowe, aż po badania plastyczności synaptycznej, hipokampa i współczesną biologię engramu. Ostatecznie okazało się, że pamięć nie jest metaforycznym cieniem przeszłości unoszącym się ponad materią. Doświadczenie pozostawia bowiem materialne konsekwencje w organizacji układu nerwowego.

Odkrycie to nie sprowadziło jednak pamięci do przedmiotu prostszego, niż wcześniej sądzono. Przeciwnie – im dokładniej lokalizowano jej mechanizmy, tym mniej przekonujący stawał się obraz wspomnienia jako stabilnego obiektu przechowywanego w jednym miejscu. Współczesna nauka opisuje engram poprzez zespoły neuronalne, synapsy, dendrytyczne mechanizmy alokacji, reaktywację offline oraz dynamiczne związki między wspomnieniami; nawet dwa ślady częściowo współdzielące neurony mogą zachowywać funkcjonalną odrębność dzięki szczegółowej organizacji somato-synaptycznej. Engram nie jest zatem plikiem pamięci, lecz wieloskalową organizacją biologiczną, zdolną do zmian przy zachowaniu niezbędnej ciągłości funkcjonalnej. Autor książki prowadzi tę intuicję ku paradoksowi Statku Tezeusza: człowiek zachowuje poczucie tożsamości pomimo nieustannej wymiany materialnych elementów organizmu, przemian synaptycznych, reinterpretacji doświadczeń i zmiany własnych przekonań. Należy jednak odrzucić zbyt radykalną wersję tego argumentu.

Representational drift ani molekularna wymiana składników neuronu nie dowodzą wprost określonej filozofii tożsamości. Wskazują raczej na kwestię bardziej ograniczoną, a zarazem poznawczo płodną: biologiczna ciągłość funkcji nie wymaga absolutnej niezmienności mikroskopowego substratu. To spostrzeżenie wystarczy, by zakwestionować naiwną koncepcję „Ja" jako nieruchomego obiektu. Pamięć również nie potrzebuje absolutnej statyczności, aby pozostawać pamięcią.

Pamięć jako narzędzie prospekcji i obiekt technicznej manipulacji

Rekonstrukcyjność pamięci, którą dawna psychologia często przedstawiała głównie jako źródło błędu, okazuje się w istocie elementem szerszego kompromisu adaptacyjnego. System zdolny wyłącznie do wiernego odtwarzania dawnych konfiguracji byłby archiwum, lecz niekoniecznie skutecznym narzędziem przewidywania. Człowiek musi wykorzystywać fragmenty doświadczeń w sytuacjach, których wcześniej nie przeżył: łączyć odległe epizody, abstrahować regularności i symulować konsekwencje działań. Właśnie dlatego pamięć i wyobraźnia spotykają się w prospekcji: przeszłość jest używana jako materiał przyszłości. Teza, według której pamięć nie jest jedynie „albumem fotograficznym", lecz systemem służącym przyszłemu działaniu, jest zatem zasadniczo trafna, choć wymaga ostrożności wobec sformułowań sugerujących jeden nadrzędny ewolucyjny „cel". Konstruktywna pamięć epizodyczna wspiera symulowanie możliwości, jednak ludzka pamięć obejmuje wiele systemów o różnych historiach ewolucyjnych i funkcjach. Nie potrzeba teleologii, by

przyjąć mocniejsze twierdzenie funkcjonalne: organizm, którego wcześniejsze doświadczenie nie zmieniałoby późniejszego zachowania, traciłby jedną z podstawowych przewag uczenia się.

Odpowiedź na pytanie „dlaczego pamięć?" nie znajduje się ostatecznie w przeszłości, lecz w przyszłym działaniu. Pamiętamy nie po to, aby posiadać muzeum własnego życia, lecz dlatego, że historia zmienia prawdopodobieństwo tego, co zrobimy następnie. Pamięć lękowa pozwala unikać zagrożeń, pamięć nagrody organizuje poszukiwanie zasobów, pamięć społeczna umożliwia rozpoznawanie partnerów i przeciwników, autobiograficzna utrzymuje długoterminowe zobowiązania, a wiedza semantyczna pozwala korzystać z doświadczeń wykraczających poza jednostkową biografię.

Dopiero na tym tle widać rzeczywistą wagę Project X. Jego znaczenie nie polegało na odnalezieniu magicznego „neuronu wspomnienia", lecz na przejściu od obserwowania korelatów pamięci do przyczynowej ingerencji w populację komórek aktywnych podczas określonego doświadczenia. Połączenie znakowania aktywności z optogenetyką pozwoliło neuronauce zadawać nowe pytania: nie tylko „co dzieje się w mózgu, kiedy organizm pamięta?", ale „co stanie się z zachowaniem, jeżeli sztucznie uaktywnimy komórki uczestniczące w tym doświadczeniu?".

Autor książki zauważa, że człowiek symbolicznie „dostał się do mózgu". Nie stało się to dlatego, że wcześniej nie potrafiono go stymulować lub uszkadzać, lecz dzięki możliwości coraz bardziej selektywnego wiązania historii aktywności komórki z późniejszą interwencją. To jakościowo odmienna postać wiedzy eksperymentalnej: obiekt nie jest już tylko obserwowany, lecz staje się manipulowalny zgodnie z hipotezą dotyczącą jego funkcji. Jednocześnie autor stara się bronić naukowego znaczenia tych eksperymentów przed ich własnym kulturowym sukcesem. Im bardziej widowiskowe stawało się sformułowanie „włączenie wspomnienia światłem", tym łatwiej zapominać o tym, co dokładnie wykazało doświadczenie. Freezing myszy nie jest pełnym raportem fenomenologicznym lęku.

Wywołanie fałszywego skojarzenia kontekstowego nie jest implantacją rozbudowanej fałszywej autobiografii, a zmiana walencji behawioralnej nie oznacza przepisywania moralnego sensu ludzkiej przeszłości. Optogenetyczne odzyskanie ekspresji cichego engramu nie dowodzi zaś, że wszystkie wspomnienia utracone w otępieniu istnieją nienaruszone i czekają na właściwy przełącznik. Autor książki miejscami posługuje się mocniejszym językiem, mówiąc o pełnej „edycji", „wymazywaniu" czy całkowitej kontroli nad pamięcią, jednak w świetle współczesnej wiedzy twierdzenia te należy osłabić. Nawet wśród neuronaukowców nie ma pełnej zgody co do fizycznej podstawy długotrwałego przechowywania pamięci. W badaniu z 2025 roku 70,5% ankietowanych uznało wzorce połączeń neuronalnych i siłę synaptyczną za główne podłoże trwałych wspomnień, lecz nie osiągnięto konsensusu w kwestii konkretnych cech neurofizjologicznych i skal organizacji.

Imponująca zdolność manipulowania wybranym mechanizmem współistnieje z lukami w teorii całości. To pierwszy paradoks: sprawstwo technologiczne może rozwijać się szybciej niż pełne rozumienie mechanizmu. Nauka nie musi posiadać kompletnej teorii silnika spalinowego, aby konstruować maszyny użyteczne w praktyce; podobnie medycyna często skutecznie stosowała interwencje, zanim szczegółowo wyjaśniono ich mechanizm działania.

W przypadku pamięci stawka jest jednak szczególna, gdyż przedmiotem interwencji są procesy budujące preferencje, relacje, poczucie odpowiedzialności i narracyjną ciągłość osoby. Brak pełnego rozumienia nie oznacza zakazu działania, lecz zwiększa wymóg ostrożności. Drugi paradoks dotyczy stabilności. Przez stulecia intuicyjnie sądzono, że jeśli pamięć ma gwarantować ciągłość tożsamości, powinna być wyjątkowo trwałym zapisem. Tymczasem współczesna neuronauka pokazuje, że jej użyteczność zależy od równowagi między trwałością a plastycznością. System pamięciowy musi zachować wystarczająco dużo, by doświadczenie wpływało na przyszłość, a jednocześnie pozostać na tyle elastyczny, aby świat zaktualizowany mógł korygować świat zapamiętany.

Tożsamość jako produkt relacji i wielopoziomowych znaczeń

Żałoba ujawnia tę zasadę w sposób egzystencjalnie szczególnie przejmujący. Człowiek może mieć świadomość śmierci bliskiej osoby, lecz jego przewidywania, rytuały i modele relacyjne przez pewien czas funkcjonują tak, jakby spotkanie wciąż było możliwe. Zdrowienie nie polega na wymazaniu kogoś z pamięci, lecz na reorganizacji funkcji tej reprezentacji. To samo wspomnienie, które wcześniej służyło planowaniu realnego spotkania, może później podtrzymywać wartości, tożsamość, wdzięczność i symboliczną więź. W tym punkcie historia Xu Liu i Ramireza zyskuje znaczenie wykraczające poza biograficzną anegdotę – relacja przetrwała w pamięci, tekstach, praktykach naukowych i późniejszych wyborach żyjącego badacza.

Nie należy twierdzić, że Xu Liu dosłownie "żyje jako engram" w sensie neurobiologicznym. Można jednak sformułować tezę silniejszą, zarówno naukowo, jak i filozoficznie: spotkanie dwóch ludzi może tak głęboko przekształcić strukturę pamięci, wartości i działania jednej z osób, że przyczynowy wpływ drugiego człowieka trwa mimo zakończenia jego biologicznego życia. Rozumowanie to obnaża relacyjną naturę tożsamości. Człowiek nie buduje siebie wyłącznie z materiału wytworzonego wewnątrz autonomicznego mózgu.

Nosi w sobie język otrzymany od innych, normy, opowieści, gesty, wzorce przywiązania, obrazy przyszłości i sposoby wartościowania. Choć tożsamość jest biologicznie realizowana w konkretnym

organizmie, jej treść kształtuje się w świecie społecznym. Dlatego nawet hipotetycznie doskonała mapa aktywności neuronalnej nie byłaby pełnym obrazem znaczenia osoby bez rekonstrukcji relacji, które tej aktywności nadały sens. Wniosek ten prowadzi ku granicom neuroredukcjonizmu. Mózg jest niezbędny dla ludzkiej pamięci, lecz jego opis nie zastępuje innych poziomów wyjaśniania. Historia zdrady, obietnicy, straty czy przebaczenia ma swoją neuronalną realizację, ale jej znaczenie wymaga pojęć odnoszących się do norm, relacji i języka. Fakt, że norma moralna wpływa na zachowanie poprzez fizyczny układ nerwowy, nie czyni opisu tej normy zbędnym. Podobnie fakt, że argument zmienia aktywność mózgu, nie sprawia, iż staje się on "tylko neuronami". Materializm nie wymaga epistemicznego imperializmu jednego poziomu. Można konsekwentnie twierdzić, że bez fizycznego mózgu nie ma pamięci autobiograficznej, a jednocześnie uznać, że odpowiedź na pytanie „dlaczego to wspomnienie jest dla tej osoby ważne?" wymaga czegoś więcej niż histologii.

Biologia wyjaśnia warunki realizacji; psychologia – organizację funkcji; narracja – relację wydarzeń w czasie; socjologia – wpływ instytucji i więzi; etyka – znaczenie zobowiązań; prawo zaś status odpowiedzialności. Pełny obraz osoby jest wielopoziomowy nie dlatego, że składa się z kilku osobnych substancji, lecz dlatego, że jeden materialny system generuje własności, które sensownie opisuje się na wielu skalach. Taki pluralizm wymusza również historia uzależnienia i zdrowienia. Autobiografia Ramireza zestawia zaawansowaną wiedzę o biologii pamięci z doświadczeniem, w którym o zmianie życia decydowały psychoterapia, relacja i wspólnota.

Wiedza mechanistyczna nie zastępuje relacji i norm etycznych

Ten kontrast nie dowodzi nieskuteczności neurobiologii, lecz pokazuje, że znajomość mechanizmu i zdolność życia zgodnie z tą wiedzą to dwie różne kompetencje. Można rozumieć system nagrody, a wciąż potrzebować drugiego człowieka, by zmienić własne zachowanie. To druga wielka lekcja rozprawy: człowiek jest układem zdolnym zdobywać wiedzę o swoich mechanizmach, ale sama wiedza mechanistyczna nie unieważnia warunków społecznych, w których mechanizmy te działają. Można przecież wiedzieć, czym jest cue-reactivity, a mimo to doświadczać cravingu; rozumieć rekonsolidację, a nadal cierpieć w żałobie; znać biologię stresu i wciąż potrzebować poczucia bezpieczeństwa, jakie daje relacja.

Wiedza nie omija biologii – sama musi stać się doświadczeniem, uczeniem i praktyką. Dzięki temu aksjologia zyskuje nową podstawę. Jeśli pamięć współtworzy sprawstwo, pozostając jednocześnie plastyczną, celem etyki nie może być jej absolutna nietykalność. Człowiek od zawsze modyfikował

własne wspomnienia poprzez rozmowę, rytuał, sztukę, edukację, terapię czy nowe doświadczenia. Neurotechnologia nie rozpoczyna więc historii zmian w pamięci, lecz zmienia ich głębokość, precyzję i potencjalną asymetrię ingerencji. To właśnie ta asymetria jest kluczowa.

Istnieje zasadnicza różnica między osobą reinterpretującą własną przeszłość w procesie terapii a instytucją ingerującą w jej stan neuronalny w celu zwiększenia produktywności. Oba przypadki wiążą się z biologiczną zmianą mózgu, ale tylko język skrajnego redukcjonizmu mógłby uznać je za etycznie równoważne. O wartości moralnej decydują cel, zgoda, rozkład korzyści, zakres przymusu, możliwość sprzeciwu oraz znaczenie zmiany dla całego życia podmiotu. Współczesny globalny governance neurotechnologii przesuwa zatem uwagę ku godności, autonomii, prywatności mentalnej i odpowiedzialności. 11 listopada 2025 roku UNESCO przyjęło Recommendation on the Ethics of Neurotechnology – pierwszy globalny standard normatywny w tej dziedzinie. Choć rekomendacje te nie podlegają ratyfikacji jak traktaty, mają oddziaływać na ustawodawstwo i praktyki państw. Ma to znaczenie symboliczne: etyka neurotechnologii wyszła z fazy akademickiej antycypacji i przeszła do budowania realnych międzynarodowych struktur normatywnych.

Nie oznacza to jednak, że prawo powinno chronić mózg jako sanktuarium całkowicie niedostępne dla technologii. Taki model byłby nierealistyczny i medycznie niepożądany; stymulacja mózgu, neuroprotezy czy interfejsy mogą przecież przywracać funkcje, których utrata dramatycznie ogranicza sprawstwo. Ochrona osoby powinna dotyczyć raczej warunków legitymowanej ingerencji: proporcjonalności, świadomej i odnawialnej zgody, ograniczenia celu, bezpieczeństwa, kontroli danych, możliwości odwołania, audytowalności oraz szczególnej ochrony w sytuacjach, gdy relacja władzy podważa realną dobrowolność. „Prawo do niedoskonałości" nie jest pochwałą biologicznych deficytów, lecz sprzeciwem wobec utożsamienia wartości człowieka z technicznie maksymalizowalnym parametrem. Jeśli społeczeństwo nauczy się zwiększać pamięć, musi zachować prawo osoby do zwyczajnego zapominania. Jeśli nauczy się modyfikować lęk, musi odróżnić patologiczne cierpienie od normalnej ostrożności. Jeśli będzie potrafiło optymalizować uwagę, nie może przekształcić wszystkich stanów psychicznych nieoptymalnych dla pracodawcy w wskazanie do korekcji.

Największe niebezpieczeństwo przyszłości nie musi więc polegać na spektakularnym, totalitarnym „wymazywaniu wspomnień". Bardziej realistyczny scenariusz może być banalniejszy: stopniowe przesuwanie norm. Technologia początkowo stosowana terapeutycznie staje się użyteczna konkurencyjnie; możliwość staje się przewagą, przewaga standardem, standard oczekiwaniem, a oczekiwanie – warunkiem uczestnictwa. Wówczas formalnie dobrowolny enhancement może stać się praktycznie obowiązkowy, bez jednego aktu jawnego przymusu.

Neurotechnologia jako wyzwanie ustrojowe i systemowe

Historia technologii uczy, że największe zmiany cywilizacyjne rzadko wynikają z pojawienia się jednego urządzenia; częściej są efektem przebudowy instytucjonalnego otoczenia człowieka. Smartfon nie zmienił naszego życia dlatego, że był po prostu lepszym telefonem, lecz dlatego, że przekształcił sieć oczekiwań dotyczących dostępności, pracy, czasu i komunikacji. Analogicznie neurotechnologia może przedefiniować znaczenie prywatności, koncentracji, pamięci czy emocjonalnej samokontroli, zanim jeszcze osiągnie hollywoodzką zdolność pełnej edycji wspomnień. Przyszłości nie można zatem oceniać wyłącznie przez pryzmat tego, co urządzenie potrafi zrobić pojedynczemu neuronowi; należy pytać, jak jego powszechność zmienia instytucje. Ten sam implant może być protezą autonomii osoby z ciężkim deficytem, ale i narzędziem presji w systemie zatrudnienia. Ta sama technologia dekodowania może przywrócić komunikację osobie pozbawionej mowy, a jednocześnie stworzyć pokusę niedopuszczalnego profilowania neuronalnego w innym kontekście.

Moralność urządzenia nie jest zawarta w samym sprzęcie. Technologia spotyka się tutaj z polityką – choć nie w znaczeniu partyjnym. Każda społeczność będzie musiała wyznaczyć granice dopuszczalnej władzy jednych aktorów nad procesami neuronalnymi innych. Pytanie o neurotechnologię staje się więc pytaniem ustrojowym: kto ma prawo zbierać informacje, klasyfikować i ingerować, na jakiej podstawie, pod czyją kontrolą i z jaką możliwością sprzeciwu osoby poddawanej interwencji.

Kategoria odpowiedzialności przewyższa tu znaczeniem samą autonomię. Człowiek może świadomie zgodzić się na ryzykowną terapię, jednak producent nadal odpowiada za jakość urządzenia, klinicysta za prawidłowe zastosowanie, regulator za standardy, a badacz za rzetelność dowodów. Zgoda pacjenta nie przenosi całego ryzyka moralnego na niego samego. Im bardziej złożony staje się system, tym ważniejsze jest zachowanie możliwości precyzyjnego wskazania odpowiedzialnych podmiotów. Szczególnie widoczne jest to w technologii closed-loop; gdy urządzenie rejestruje sygnał, algorytm klasyfikuje stan, a następnie automatycznie podejmuje interwencję, klasyczny podział między lekarzem, instrumentem i pacjentem przestaje wystarczać.

Powstaje sprawstwo rozproszone. Nie oznacza to, że „AI jest winna”, lecz że odpowiedzialność musi zostać zaprojektowana na poziomie systemowym: w modelu, danych, parametrach, u producenta, w klinice i w nadzorze. Taka przyszłość wymaga również pokory epistemicznej. Badanie z 2025 roku dotyczące przekonań neuronaukowców o fizycznej podstawie pamięci jest pod tym względem pouczające: społeczność dysponująca zaawansowanymi narzędziami nadal nie uzgodniła, które

dokładnie własności neurofizjologiczne stanowią wystarczający substrat długotrwałej pamięci. Nie jest to oznaka słabości nauki, lecz jej dojrzałości – momentu, w którym nie myli się sukcesu eksperymentalnego z ostatecznym rozwiązaniem problemu. Nauka rozwija się właśnie dzięki temu, że jej wiedza pozostaje korygowalna.

Historia engramu zaczęła się od pojęcia teoretycznego, przeszła przez dekady nieudanych prób lokalizacji śladu, rozwój neuronizmu, plastyczności, genetyki molekularnej i optogenetyki, by dziś ponownie otworzyć problem na poziomach synaptycznym, dendrytycznym, populacyjnym i sieciowym. Najnowsze przeglądy opisujące mechanizmy memory linking pokazują, jak daleko odeszliśmy od statycznej „komórki pamięci" ku dynamicznym modelom engramów, które współdzielą elementy, zachowując jednocześnie swoją odrębność.

Ta historia powinna uczyć ostrożności wobec każdego ogłoszenia „końca tajemnicy człowieka". Każdy paradygmat badawczy w dziejach nauki miał skłonność do uniwersalizowania własnego języka. Mechanika próbowała mechanizować przyrodę, genetyka momentami przedstawiała gen jako wystarczające wyjaśnienie złożonej cechy, a informatyka dostarczyła neuronauce język kodu, zapisu i przetwarzania. Każda z tych metafor otwierała nowe możliwości poznawcze, ale każda mogła stać się źródłem redukcjonizmu, gdy zaczynała udawać kompletną ontologię badanego świata. Metafora pamięci komputerowej jest szczególnie zwodnicza: komputer przechowuje dane według architektury zaprojektowanej przez człowieka, gdzie adres, format i operacja są jawnie zdefiniowane.

Mózg natomiast jest wynikiem ewolucji, rozwoju, uczenia się i historii organizmu. Jego reprezentacje są kontekstowe, rozproszone, wielokrotnie wykorzystywane i plastyczne. To, że w obu przypadkach posługujemy się pojęciem „informacji", nie dowodzi, że posiada ona tę samą strukturę.

Dlatego najbardziej odpowiedzialnym językiem przyszłej neuronauki nie będzie język totalnej kontroli, lecz język warunkowego dostępu. Potrafimy – w określonym modelu, organizmie i protokole – zmienić prawdopodobieństwo wystąpienia konkretnego zachowania. To stwierdzenie jest mniej spektakularne niż „edytujemy pamięć", ale właśnie dlatego znacznie bardziej naukowe. Z małych, precyzyjnych twierdzeń buduje się bezpieczną translację; z wielkich metafor buduje się przede wszystkim nierealne oczekiwania. Zarazem nie należy reagować na ryzyko przejściem w przeciwną skrajność.

Odkrycia neurobiologii pamięci są rzeczywiście kluczowe. Ponad stulecie po Semonie potrafimy przyczynowo ingerować w komórkowe zespoły związane z określonym doświadczeniem, badać ich reaktywację, zmieniać powiązania afektywne, analizować rolę w łączeniu wspomnień i

eksperymentalnie oddzielać dostępność od przechowywania. To nie jest metafora – to jeden z największych skoków metodologicznych współczesnej neuronauki.

Odpowiedzialność jako rozróżnienie między możliwością techniczną a uprawnieniem normatywnym

Właściwą odpowiedzią nie jest zatem lęk przed wiedzą, lecz znacznie bardziej wymagająca koncepcja odpowiedzialności za tę wiedzę. Cywilizacja dojrzewa bowiem nie wtedy, gdy z obawy przed nadużyciem rezygnuje z narzędzi mogących pomóc cierpiącemu człowiekowi, ani gdy uznaje każdą techniczną możliwość za postęp. Dojrzewa w momencie, gdy potrafi równocześnie rozwijać zdolność działania oraz budować instytucje ograniczające jej nieuprawnione użycie. Czas powrócić do rozróżnienia, które stało się osią całej rozprawy autora. Pytanie „możemy" ma charakter techniczny – dotyczy tego, czy potrafimy wykonać określoną manipulację i uzyskać mierzalny efekt. Pytanie „rozumiemy" jest znacznie głębsze, gdyż odnosi się do mechanizmów, warunków brzegowych, konsekwencji ubocznych i możliwości generalizacji. Z kolei pytanie „powinniśmy" należy do porządku normatywnego; wymaga ono wiedzy o wartościach, konkretnej osobie, relacjach władzy oraz społecznych następstwach. Najgroźniejsze pomyłki powstają wtedy, gdy te trzy poziomy zostają ze sobą utożsamione. Technologiczny triumfalizm przechodzi bezpośrednio od „możemy" do „powinniśmy".

Redukcjonizm z kolei przeskakuje od stwierdzenia „znamy jeden mechanizm" do przekonania, że „rozumiemy całą osobę". Biokonserwatyzm może popełniać błąd przeciwstawny, wywodząc z braku pełnego zrozumienia zakaz jakiegokolwiek działania. Odpowiedzialność wymaga utrzymania napięcia między tymi porządkami, bez prób ich przedwczesnego rozstrzygnięcia. Nie oznacza to jednak paraliżu decyzyjnego – medycyna przecież zawsze operuje w warunkach niepełnej wiedzy.

Właściwym rozwiązaniem jest proporcjonalność: im większe cierpienie i brak alternatyw, tym większą niepewność można racjonalnie zaakceptować; im bardziej ingerencja jest odwracalna i kontrolowana, tym mniejszy jest ciężar uzasadnienia. Natomiast w przypadku osób zdrowych, dzieci, relacji zależności czy nieodwracalnych komponentów tożsamości, wymagania dowodowe powinny być znacznie surowsze. Tak kształtuje się etyka nie absolutnych zakazów, lecz stopniowanej odpowiedzialności. Jest ona mniej widowiskowa niż manifesty transhumanistyczne czy wizje dystopijne, ale bardziej użyteczna w realnym świecie. W laboratorium, klinice, prawie i polityce publicznej potrzebujemy nie jednej granicy narysowanej wokół mózgu, lecz procedur pozwalających rozróżniać rodzaje ingerencji.

Odpowiedzialność ta rozciąga się również na język. Gdy naukowiec deklaruje społeczeństwu, że „wymazał pamięć", podczas gdy w modelu zwierzęcym jedynie osłabił określoną ekspresję behawioralną, nie tworzy jedynie problemu popularyzatorskiego. Zmienia on środowisko, w którym później zapadają decyzje polityczne, prawne i finansowe. Hype może przyspieszać inwestycje, ale generuje również lęk i nadmierne oczekiwania kliniczne. Semantyczna precyzja jest zatem integralną częścią odpowiedzialności.

W tym kontekście humanistyka nie jest dekoracyjnym dodatkiem do neuronauki. Dostarcza ona języka pozwalającego odróżnić pamięć od prawdy, cierpienie od zła, walencję od wartości moralnej, ciągłość osobową od materialnej niezmienności oraz autonomię od samej zgody. Neuronauka z kolei uniemożliwia humanistyce pozostawanie przy wygodnych metaforach „duszy pamiętającej" bez materialnego substratu. Każda z tych dziedzin koryguje ślepy punkt drugiej. Współczesny człowiek stoi więc w sytuacji paradoksalnej.

Precyzja techniczna nie zastępuje precyzji znaczenia

Współczesny człowiek wie o biologicznej plastyczności własnego umysłu więcej niż jakakolwiek wcześniejsza kultura, a jednocześnie dzięki tej wiedzy odkrywa, jak wiele jeszcze nie rozumie. Potrafi sterować wybranymi komórkami z milisekundową precyzją, lecz wciąż brakuje jednej definicji dobrego życia. Buduje dekodery aktywności mózgu, ale nie posiada algorytmu sprawiedliwości. Może ograniczać lęk, jednak musi najpierw rozstrzygnąć, kiedy jest on patologią, a kiedy racjonalną odpowiedzią na zagrożenie.

To nie jest porażka nauki. Nauka nigdy nie miała samodzielnie rozstrzygać kwestii aksjologii. Jej ogromna zasługa polega właśnie na tym, że poszerza obszar faktów, które normatywna decyzja musi uwzględnić. Gdy wiemy, że pamięć ma charakter rekonstrukcyjny, prawo powinno ostrożniej traktować świadectwo. Wiedza o tym, że trauma zmienia procesy uczenia i reakcję na zagrożenie, pozwala klinice projektować lepsze terapie. Z kolei fakt, że neurodata umożliwiają coraz szerszą inferencję na temat człowieka, sprawia, iż regulacje powinny wyprzedzać najbardziej oczywiste nadużycia. UNESCO wyraża już tę zmianę językiem godności, autonomii i odpowiedzialności za przyszłe zastosowania neurotechnologii.

Nie należy jednak sądzić, że przyjęcie dokumentu kończy problem. Normy ożywają dopiero wtedy, gdy zostaną przełożone na praktykę laboratoriów, zgody pacjentów, architekturę danych, decyzje przedsiębiorstw, orzecznictwo i kulturę profesjonalną. Etyka zapisana na papierze może bowiem współistnieć z technologią działającą według całkowicie odmiennej funkcji celu.

Odpowiedzialność ma także wymiar edukacyjny. Społeczeństwo korzystające z neurotechnologii będzie potrzebowało nie tylko ekspertów, ale obywateli potrafiących rozumieć różnicę między korelatem a przyczyną, dekodowaniem a czytaniem myśli, modulacją a pełnym sterowaniem oraz poprawą jednego wskaźnika a poprawą całego życia.

Brak takiej wiedzy stworzyłby podatny grunt zarówno dla komercyjnego hype'u, jak i moralnej paniki. Szczególnie ważna będzie zdolność tolerowania niepewności. Ludzie cenią technologie przedstawiane jako precyzyjne, ponieważ precyzja techniczna daje psychologiczne poczucie pewności. Jednak bardzo precyzyjne skierowanie elektrody nie oznacza równie precyzyjnego rozumienia konsekwencji osobowych. Można dokładnie wiedzieć, gdzie się stymuluje, a nadal nie wiedzieć dostatecznie dobrze, co dana zmiana zrobi w biografii człowieka. Właśnie ten rozdźwięk powinien pozostać jednym z głównych tematów przyszłej neuroetyki. Precyzja instrumentu i precyzja znaczenia to dwie różne rzeczy. Pierwszą mierzy się w milimetrach, częstotliwościach, prawdopodobieństwach i parametrach modelu; drugą trzeba ustalać poprzez rozmowę, historię życia, wartości i konsekwencje społeczne.

Najdojrzalsza technologia pamięci nie będzie zatem taką, która wszystko potrafi zmienić. Będzie technologią, która potrafi również powstrzymać się od zmiany, gdy cel jest niejasny, dowód słaby, ryzyko nieproporcjonalne albo brak dostatecznej zgody podmiotu. Granica technologii jest częścią samej technologii. Bezpieczny system to nie tylko system skuteczny, ale również system posiadający dobrze zaprojektowane warunki niedziałania.

Interwencja w pamięć jako zmiana warunków przyszłego sprawstwa

Tę samą zasadę można zastosować do nauki. Wielkość odkrycia nie polega wyłącznie na tym, co pozwala stwierdzić, lecz również na tym, jakie ograniczenia potrafimy uczciwie nazwać. Project X zyskuje na znaczeniu, gdy precyzyjnie opisujemy jego zakres, a nie wtedy, gdy przedstawiamy go jako zdobycie "pełnej kontroli nad pamięcią". Nauka nie staje się słabsza przez wyznaczenie granic twierdzeń; przeciwnie – staje się wiarygodniejsza. Podobnie człowiek nie staje się mniej interesujący, gdy przestajemy traktować go jako tajemnicę nieprzenikalną dla biologii. Odkrycie materialności pamięci nie odbiera jej egzystencjalnego znaczenia. Fakt, że wspomnienie ukochanej osoby jest realizowane przez sieci neuronalne, nie czyni miłości mniej rzeczywistą. Pokazuje natomiast, że relacja potrafi pozostawić fizyczny ślad w innym organizmie i dzięki temu wpływać na niego przez kolejne lata.

Tutaj neurobiologia spotyka jedną z najstarszych intuicji kultury: człowiek staje się częściowo tymi, których spotkał. Dziś potrafimy opisać mechanizmy, dzięki którym doświadczenie pozostawia trwałe konsekwencje w mózgu. Nie oznacza to jednak, że znaleźliśmy molekułę przyjaźni czy neuron miłości.

Oznacza to raczej, że relacyjna natura ludzkiego życia ma również materialne konsekwencje.

Autor kończy analizę intuicją, że pamięć umożliwia adaptację, nadaje ciągłość "Ja" i pozwala przekształcać doświadczenie w przyszłość. W niniejszej rozprawie teza ta została zarazem zachowana i ograniczona. Pamięć nie jest całym "Ja", lecz jednym z jego podstawowych warunków. Nie istnieje jeden biologiczny rdzeń tożsamości, ale bez zdolności integrowania historii, relacji, celów i wiedzy osobowa ciągłość zostałaby głęboko zmieniona. Dlatego ingerencja w pamięć posiada szczególną wagę. Oddziałuje nie tylko na to, co człowiek "ma w głowie", lecz potencjalnie na to, za pomocą czego podejmuje decyzje o przyszłości. Zmieniona pamięć może zmienić predykcję, predykcja może zmienić wybór, wybór może zmienić nowe doświadczenie, a nowe doświadczenie ponownie przebudować pamięć. Interwencja w przeszłość może zatem pośrednio ingerować w przestrzeń przyszłych możliwości.

Nie wynika z tego, że pamięć powinna pozostać nietykalna – terapia byłaby wówczas podejrzana właśnie dlatego, że jest skuteczna. Wynika coś trudniejszego: zmiana pamięci musi być traktowana także jako zmiana warunków przyszłego sprawstwa. Im głębsza ingerencja, tym poważniej trzeba pytać, czy poszerza ona repertuar możliwego działania osoby, czy go zawęża. To właśnie może stać się najbardziej ogólnym kryterium etycznym całej rozprawy. Dobra interwencja nie musi przywracać "naturalnego" stanu ani maksymalizować pojedynczej funkcji. Powinna w wystarczającym stopniu zwiększać zdolność osoby do prowadzenia życia, które może refleksyjnie uznać za własne. Czasem będzie to wymagało lepszego pamiętania, innym razem osłabienia patologicznej dominacji wspomnienia, a jeszcze innym – pozostawienia pamięci bez technologicznej korekcji.

Capability approach, autonomia, godność i neurobiologia spotykają się w jednym punkcie. Człowiek potrzebuje nie maksymalnego mózgu, lecz wystarczająco szerokiej przestrzeni działania. Technologia jest jednym z narzędzi jej budowania, a nie jej definicją.

Historia wiedzy o pamięci przebyła drogę niezwykłą. Zaczęła od pytania, jak przeszłość może trwać w teraźniejszości. Doprowadziła do możliwości eksperymentalnego wskazania i reaktywowania części materialnego mechanizmu tego trwania. Następnie odkryła, że ślad może być rekonstruowany, wiązany z innymi, zmieniać walencję, być czasowo niedostępny i uczestniczyć w

budowaniu przyszłych symulacji. W końcu zmusiła nas do pytania, kto ma prawo zmieniać ten mechanizm i w czyim interesie.

To odróżnia obecny moment historyczny od wcześniejszych filozofii pamięci. Platon, Arystoteles, Locke, Hume czy późniejsi myśliciele mogli pytać, czym pamięć jest dla tożsamości. Dzisiejsza nauka dodaje pytanie praktyczne: co stanie się z teorią tożsamości, gdy niektóre biologiczne komponenty pamięci staną się technologicznie ingerowalne? Filozofia otrzymuje problem, który przestał być wyłącznie eksperymentem myślowym. Nie należy jednak przesadzać z nowością – ludzie od zawsze modyfikowali siebie.

Pismo zmieniło pamięć kulturową, druk sposób rozpowszechniania wiedzy, fotografia relację z przeszłością, psychoterapia interpretację doświadczenia, farmakologia afekt, a internet strukturę zewnętrznego pamiętania. Neurotechnologia jest nowa nie dlatego, że po raz pierwszy pozwala człowiekowi wpływać na człowieka, lecz dlatego, że może skracać drogę pomiędzy zamiarem ingerencji a biologicznym mechanizmem realizującym doświadczenie.

Instytucjonalna pokora i wspieranie podmiotowości człowieka

W tym skróceniu drogi kryje się zarazem obietnica i ryzyko. Możemy szybciej pomagać tam, gdzie dotychczasowe metody zawodzą, ale możemy również szybciej oddziaływać w obszarach, w których wcześniej człowiek posiadał więcej możliwości refleksyjnego pośrednictwa. Im krótsza ta droga, tym ważniejsza staje się legitymizacja celu.

Ostatecznie nie istnieje konflikt „człowiek kontra technologia”. Technologia jest bowiem ludzkim działaniem zmaterializowanym w narzędziu; zawsze niesie w sobie określone założenia, wartości, interesy i teorię sukcesu. Pytanie brzmi zatem, czy będziemy potrafili uczynić te założenia jawnymi i poddać je kontroli równie surowej, co kontrola eksperymentalna w laboratorium.

Naukowa historia engramu dostarcza paradoksalnie najlepszej metafory dla własnej regulacji. Dobry eksperyment nie zakłada nieomylności naukowca – wręcz przeciwnie, tworzy mechanizmy kontrolne właśnie dlatego, że człowiek jest omylny. Dobre prawo neurotechnologiczne również nie powinno zakładać, że badacz, przedsiębiorca, lekarz czy państwo zawsze będą działać właściwie. Powinno być skonstruowane tak, by ograniczać konsekwencje błędów, konfliktów interesów i nadużyć. Taka instytucjonalna pokora jest przeciwieństwem cynizmu; zakłada ogromny szacunek do możliwości nauki, lecz nie wymaga idealizowania ludzi, którzy ją tworzą. System staje się

dojrzały wtedy, gdy potrafi funkcjonować mimo ludzkiej ambicji, interesu, pomyłek czy zmiany poglądów.

Projekt badania pamięci okazuje się projektem autorefleksyjnym. Człowiek bada mechanizm, dzięki któremu sam jest w stanie zachowywać wiedzę o wcześniejszych badaniach. Wspólnota naukowa tworzy zbiorową pamięć publikacji: rewiduje ją, odrzuca niektóre teorie, przywraca inne i przekształca dawne pojęcia w nowych kontekstach. Nauka funkcjonuje częściowo poprzez struktury formalnie analogiczne do pamięci – opiera się na zachowaniu, selekcji, aktualizacji i korekcie. Nie należy z tej analogii wyciągać wniosków o neurobiologicznej tożsamości, lecz jest ona epistemologicznie pouczająca.

Wiedza trwa nie dlatego, że pozostaje niezmienna, lecz dlatego, że może być korygowana bez utraty całej swojej historii. Podobnie człowiek zachowuje ciągłość nie dzięki absolutnej niezmienności, lecz przez zdolność integrowania zmiany z własną historią.

Przyszłe ingerencje w pamięć powinny zatem wspierać tę zdolność, a nie zastępować ją projektowaniem gotowego „lepszego Ja". Człowiek jest podmiotem nie dlatego, że nigdy się nie zmienia, lecz dlatego, że może w pewnym stopniu uczestniczyć w nadawaniu sensu własnej zmianie. Neurotechnologia stanie się naprawdę humanistyczna wtedy, gdy będzie zwiększała tę współautorskość.

Osiągnięciem przyszłej neuronauki pamięci nie będzie więc urządzenie zdolne zapisać każdy szczegół życia ani system pozwalający usunąć każde cierpienie. Być może ważniejsza okaże się możliwość precyzyjnego przywrócenia ludziom dostępu do utraconych możliwości, osłabienia patologicznej dominacji traumatycznego śladu lub wsparcia systemu w momentach, gdy jego naturalna plastyczność przestaje wystarczać.

Byłaby to technologia skromniejsza niż marzenie o pełnej kontroli, lecz właśnie przez tę skromność bardziej zgodna z tym, czego nauczyła nas nauka o pamięci. Układ nerwowy nie jest maszyną wymagającą zewnętrznego administratora, lecz dynamicznym systemem, który przez całe życie sam aktualizuje własną historię. Najlepsza technologia może w wielu sytuacjach nie zastępować tego procesu, lecz przywracać warunki, w których znów może on działać.

Od technicznej możliwości do normatywnego uprawnienia

W takim świecie lekarz nie byłby redaktorem cudzej autobiografii, lecz strażnikiem warunków jej dalszego pisania. Algorytm nie definiowałby optymalnego człowieka, lecz wspierał funkcje uzgodnione z samą osobą. Prawo nie zamykałoby mózgu przed nauką, lecz chroniłoby podmiot przed nieuprawnionym wykorzystaniem wiedzy o jego strukturze. Badacz nie obiecywałby pełnego zrozumienia osoby, lecz precyzyjnie określałby mechanizm, który potrafi wyjaśnić.

To jest najbardziej realistyczny humanizm ery neurotechnologii: nie obrona człowieka przed biologią, lecz obrona osoby przed pomyleniem biologii z pełną teorią osoby. Człowiek jest biologiczny aż do ostatniej myśli, jednak nie każdą właściwość ludzkiego życia najlepiej wyjaśnia ten sam poziom opisu. Człowiek wszedł do własnego mózgu i zobaczył, że przeszłość pozostawia ślady. Nauczył się niektóre z nich oznaczać, pobudzać, wyciszać i wiązać z nowymi doświadczeniami. Odkrył przy tym, że ślad nie jest pomnikiem, lecz procesem; pamięć nie jest wiernym archiwum, lecz rekonstrukcją; tożsamość nie jest nieruchomym rdzeniem, lecz ciągłością podtrzymywaną pomimo zmiany; wyobraźnia zaś nie jest przeciwieństwem pamięci, lecz jednym ze sposobów wykorzystywania jej materiału do przekraczania tego, co już się wydarzyło.

Pojawił się problem, którego żaden laser, rezonans ani model obliczeniowy nie rozwiąże samodzielnie. Skoro możemy zmieniać mechanizmy, dzięki którym przeszłość wpływa na przyszłość, musimy zdecydować, jakie przyszłości chcemy w ten sposób umożliwiać.

Jest to już pytanie o człowieka, a nie tylko o neuron. Nie powinniśmy odpowiadać na nie ani technologicznym mesjanizmem, ani lękiem. Historia nauki wielokrotnie pokazała, że obie postawy przeceniają własną zdolność przewidywania. Potrzebujemy raczej odwagi eksperymentowania połączonej z instytucjonalną zdolnością zatrzymania się; entuzjazmu wobec możliwości leczenia i sceptycyzmu wobec roszczeń do pełnej optymalizacji; materializmu zdolnego opisać mózg i humanizmu potrafiącego pamiętać, dlaczego mózg jest dla nas ważny. Najbardziej dojrzałą odpowiedzią na neurobiologię engramu nie jest więc stwierdzenie, że człowiek został ostatecznie zredukowany do własnych neuronów.

Jest nią uznanie, że po raz pierwszy potrafimy znacznie dokładniej wskazać niektóre materialne warunki własnej ciągłości – i że właśnie dlatego odpowiedzialność za ingerowanie w nie stała się większa. Człowiek otrzymał możliwość dotykania mechanizmu, za pomocą którego doświadczenie przechodzi w pamięć, pamięć w przewidywanie, przewidywanie w decyzję, a decyzja w kolejne doświadczenie. Uzyskał zatem dostęp do jednej z pętli tworzących jego biografię. Nie jest to jeszcze

władza nad całą osobą, ale wystarczy to, aby zakończyła się dawna strefa komfortu, w której prywatność umysłu wydawała się gwarantowana przez naturę. Od tego momentu prywatność, autonomia i integralność nie mogą opierać się wyłącznie na technicznej niemożności ingerencji; muszą stać się świadomie zaprojektowanymi normami. To być może najważniejszy cywilizacyjny skutek całego programu badawczego: rozwój nauki przesuwa część dawnych naturalnych granic do dziedziny prawa i etyki.

Autor książki widzi w pamięci dynamiczne narzędzie przetwarzania przeszłości na potrzeby przyszłości i w tej intuicji znajduje się właściwa pointa całej rozprawy. Nie chodzi bowiem o to, aby zachować przeszłość w stanie idealnym, lecz o to, aby człowiek mógł używać jej bez utraty zdolności do tworzenia nowego. Najważniejszym dobrem pamięci nie jest więc absolutna wierność, ale ciągłość zdolna do zmiany. Najważniejszym dobrem tożsamości nie jest biologiczna niezmienność, ale sprawstwo zdolne integrować własną historię. Najważniejszym dobrem neurotechnologii nie będzie maksymalna kontrola nad mózgiem, ale możliwość wspierania człowieka bez przejmowania autorstwa jego życia.

Ostateczna granica tej rozprawy nie przebiega między naturą i technologią, mózgiem i kulturą ani biologicznym engramem i narracyjnym „Ja". Przebiega pomiędzy możliwością a uprawnieniem. Nauka może rozszerzać pierwszą kategorię niemal bez końca; cywilizacja musi nauczyć się konstruować drugą. Możemy. Coraz częściej rzeczywiście możemy. Rozumiemy – lecz zawsze mniej, niż sugeruje sama skuteczność narzędzia, i właśnie dlatego nauka pozostaje procesem, a nie zakończonym katalogiem prawd. Powinniśmy – dopiero wtedy, gdy potrafimy uzasadnić nie tylko skuteczność interwencji, ale jej miejsce w życiu osoby, jej konsekwencje dla innych oraz reguły chroniące tych, którzy nie chcą zostać zmienieni. Te trzy czasowniki wyznaczają intelektualną i moralną topografię przyszłości pamięci. Między nimi znajduje się przestrzeń całej odpowiedzialności.

Człowiek dostał się do mózgu. Nie znalazł tam duszy zamkniętej w pojedynczej komórce, nie znalazł pliku z własnym dzieciństwem ani nieruchomego „Ja". Znalazł dynamiczną materię zdolną zachowywać ślady, przekształcać je, łączyć, zapominać i wykorzystywać do wyobrażania świata, którego jeszcze nie ma. Znalazł mechanizm dostatecznie plastyczny, aby umożliwić zmianę, i dostatecznie trwały, aby pomimo tej zmiany człowiek mógł powiedzieć: to nadal moja historia.

Nie otrzymał jednak instrukcji obsługi osoby. Osoba nie jest bowiem urządzeniem, którego prawidłowy stan można zdefiniować jedną funkcją celu. Jest historycznym, relacyjnym i biologicznym procesem, który nieustannie tworzy kolejną wersję siebie z tego, co zdołał zachować, zapomnieć, zrozumieć i wyobrazić. Neurobiologia pamięci nie kończy pytania o człowieka – nadaje mu nową ostrość. Po raz pierwszy możemy bowiem nie tylko pytać, kim jesteśmy dzięki temu, co

pamiętamy, lecz także coraz poważniej pytać, kim staniemy się, kiedy nauczymy się wybierać, w jaki sposób mamy pamiętać.

> Weszliśmy do własnego mózgu i odkryliśmy dynamiczny mechanizm, który pozwala nam być sobą mimo nieustannej zmiany. Nie znaleźliśmy tam jednak instrukcji obsługi osoby, gdyż ludzkie życie nie jest urządzeniem z jedną funkcją celu. Pozostaje zatem pytanie: kim właściwie się staniemy w momencie, gdy przestaniemy być kształtowani przez los i doświadczenie, a zaczniemy świadomie wybierać, w jaki sposób mamy pamiętać?

Inspiracje

[1] 

"How to Change a Memory" Steve Ramirez

Princeton University Press | ISBN: 9780691266688

Steve Ramirez (ur. 1988) jest amerykańskim neurobiologiem i profesorem nadzwyczajnym psychologii i nauk o mózgu na Uniwersytecie Bostońskim. Uzyskał tytuł licencjata (B.A.) na Uniwersytecie Bostońskim oraz doktorat z neurobiologii w Massachusetts Institute of Technology, gdzie prowadził badania w laboratorium Susumu Tonegawy, po czym został młodszym pracownikiem naukowym (Junior Fellow) na Uniwersytecie Harvarda. Ramirez jest powszechnie uznawany za przełomową pracę nad engramami pamięci i optogenetyczną manipulacją pamięcią. Wraz z badaczem Xu Liu zademonstrował zdolność do reaktywacji i sztucznego wszczepiania fałszywych wspomnień u gryzoni za pomocą optogenetyki. Jego laboratorium na Uniwersytecie Bostońskim bada mechanizmy obwodów neuronalnych leżące u podstaw przechowywania i odzyskiwania pamięci, badając, jak manipulowanie zespołami pamięci może łagodzić zaburzenia neuropsychiatryczne, takie jak depresja, lęk i zespół stresu pourazowego (PTSD).

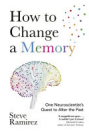
Steve Ramirez *(born 1988) is an American neuroscientist and Associate Professor of Psychological and Brain Sciences at Boston University. He earned his B.A. from Boston University and his Ph.D. in neuroscience from the Massachusetts Institute of Technology, where he conducted research in the laboratory of Susumu Tonegawa, before becoming a Junior Fellow at Harvard University. Ramirez is widely recognized for his groundbreaking work on memory engrams and optogenetic memory manipulation. Alongside researcher Xu Liu, he demonstrated the ability to reactivate and artificially implant false memories in rodent models using optogenetics. His laboratory at Boston University investigates the neural circuit mechanisms underlying memory storage and retrieval, exploring how manipulating memory ensembles can mitigate neuropsychiatric disorders such as depression, anxiety, and PTSD.*

Boston University

Literatura uzupełniająca

Książki

Książki autora i dzieła przywołane w tekście:



[1] "Project Total Recall"

Steve Ramirez

2025 | Robinson Press | ISBN: 9781472141743

Książki autorów przywoływanych i literatura pokrewna:



[2] "Biological Abstracts"

Jacob Richard Schramm

1962

Artykuły naukowe

Artykuły naukowe autora:

[1] "Activating positive memory engrams suppresses depression-like behaviour"

Steve Ramirez, Xu Liu, Christopher J. MacDonald, Anthony Moffa, Joanne Y. Zhou

2015 | Nature | DOI: 10.1038/nature14514

Źródło

[2] "Optogenetic stimulation of a hippocampal engram activates fear memory recall"

Xu Liu, Steve Ramirez, Petti T. Pang, Corey B. Puryear, Arvind Govindarajan

2012 | Nature | DOI: 10.1038/nature11028

Źródło

[3] "Creating a False Memory in the Hippocampus"

Steve Ramirez, Xu Liu, Pei-Ann Lin, Junghyup Suh, Michele Pignatelli

2013 | Science | DOI: 10.1126/science.1239073

Źródło

[4] "Memory Engram Cells Have Come of Age"

Susumu Tonegawa, Xu Liu, Steve Ramirez, Roger L. Redondo

2015 | Neuron | DOI: 10.1016/j.neuron.2015.08.002

Źródło

[5] "Bidirectional switch of the valence associated with a hippocampal contextual memory engram"

Roger L. Redondo, Joshua Kim, Autumn L. Arons, Steve Ramirez, Xu Liu

2014 | Nature | DOI: 10.1038/nature13725

Źródło

[6] "Assessments of dentate gyrus function: discoveries and debates"

Mia Borzello, Steve Ramirez, Alessandro Treves, Inah Lee, Helen E. Scharfman

2023 | Nature reviews. Neuroscience | DOI: 10.1038/s41583-023-00710-z

Źródło

[7] "Inception of a false memory by optogenetic manipulation of a hippocampal memory engram"

Xu Liu, Steve Ramirez, Susumu Tonegawa

2013 | Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences | DOI: 10.1098/rstb.2013.0142

Źródło

[8] "Artificially Enhancing and Suppressing Hippocampus-Mediated Memories"

Briana K. Chen, Nathen J. Murawski, Christine Cincotta, Olivia P. McKissick, Abby Basya Finkelstein, Steve Ramirez

2019 | Current Biology | DOI: 10.1016/j.cub.2019.04.065

Źródło

[9] "Identification and optogenetic manipulation of memory engrams in the hippocampus"

Steve Ramirez, Susumu Tonegawa, Xu Liu

2014 | Frontiers in Behavioral Neuroscience | DOI: 10.3389/fnbeh.2013.00226

Źródło

[10] "An implantable piezoelectric ultrasound stimulator (ImPULS) for deep brain activation"

Jason F. Hou, Md Osman Goni Nayeem, Kian A. Caplan, Evan A. Ruesch, Albit J. Caban, Steve Ramirez

2024 | Nature Communications | DOI: 10.1038/s41467-024-48748-6

Źródło

Treść tworzy Fundacja Dobre Państwo.
Redaguje i publikuje APA ONE, autorski system redakcyjny Fundacji oparty na AI.
APA ONE Publishing System
Fundacja Dobre Państwo © 2026
Article ID: 6d52fe49-e31a-498e-9067-bab9fda76edd