

**TYGODNIK
POWSZECHNY**

Nr 18-19/2018

**WIELKIE
PYTANIA 10**



Copernicus
Center

**PRZEŁOMY
W NAUKACH
O UMYŚLE**



W. C. J. Labrot

hau
hau

03 Co rządzi zachowaniem
PAWEŁ BAKALARZ
Psychologia jako wyższa fizjologia człowieka

07 Rydwan z dwoma końmi
KINGA WOŁOSZYN-HOHOŁ, MATEUSZ HOHOŁ
W poszukiwaniu mózgowego podłoża emocji

10 Od frenologii do neuroanatomii
INFOGRAFIKA
Czy istnieje ośrodek zazdrości?

12 Cienie świadomości
JUSTYNA HOBOT, MICHAŁ WIERZCHOŃ
Odyseja w głąb uwięzionego umysłu

16 Człowiek, który barwił neurony
MACIEJ DULEWICZ
Santiago Ramón y Cajal – neurolog-artysta

18 Elektryczne żaby
ŁUKASZ KWIATEK
Luigi Galvani i wypędzanie ducha z nerwów

21 Obca Inteligencja
ROZMOWA Z PETEREM GODFREY-SMITHEM
O życiu wewnętrznym ośmiornic

25 Gdzie ja jestem
ŁUKASZ LAMŻA
W sercu, w mózgu, a może w wątrobie – gdzie właściwie tkwi moje „Ja”?

Redakcja: Łukasz Kwiatek, Łukasz Lamża
Metody neuroobrazowania: Mateusz Hohol
Projekt graficzny: Marek Zalejski
Fotoedycja: Edward Augustyn, Marek Zalejski

Skład: Marek Zalejski, Andrzej Leśniak
Okładka: Marek Zalejski
ILUSTRACJE: PORTRET IWANA PAWŁOWA – MICHAŁ NESTEROW; 1930 / DOMENA PUBLICZNA
Współwydawca: Fundacja Centrum Kopernika



ŁUKASZ KWIATEK

NIE WIEMY – I BYĆ MOŻE NIGDY NIE BĘDZIEMY WIEDZIEĆ – kiedy świadomy siebie umysł pojawił się na ewolucyjnej scenie. Możemy się jednak domyślać, że od chwili, gdy się to stało, zafascynował się samym sobą i próbował zrozumieć, czym jest i dlaczego w ogóle istnieje. Rzeźby i malowidła, mity religijne, obrzędy pogrzebowe – to wszystko wyraźne objawy tej fascynacji. W czasach historycznych przyjęła ona także inną postać – systematycznej refleksji. Najpierw podejmowanej przez filozofów, a od niedawna przez wyspecjalizowane nauki szczegółowe – psychologię, etologię, neurofizjologię, wreszcie neuronaukę poznawczą – które, opanowane tą samą fascynacją, sięgają po coraz bardziej wyrafinowane metody eksperymentalne.

W czwartym, ostatnim dodatku poświęconym przełomom w nauce, przyglądamy się wybranym etapom tej fascynacji umysłu samym sobą. Rozliczamy behawioryzm, który miał zrewolucjonizować psychologię, skupiając się na obserwowalnym aspekcie umysłu – zachowaniu – i marginalizując wszystkie pozostałe. Przyglądamy się poszukiwaniom biologicznego podłoża emocji. Wspominamy frenologię – pierwszą ambitną próbę powiązania zjawisk umysłowych z konkretnymi aspektami mózgu. Zagłębiamy się w umysł nieświadomy i uwięziony w ciele. Zaglądamy do laboratorium Luigiego Galvaniego, odkrywcy „nerwowego fluidu”, i Santiago Ramóna y Cajala – człowieka, który pokazał nam, jak łączą się neurony. Rozmawiamy z Peterem Godfrey-Smithem o umysłach ośmiornic i zastanawiamy się, gdzie w ciele rezyduje nasze „Ja”. Życzymy fascynującej – jak sam umysł – lektury! ©

„Wielkie Pytania: cz. II: Przełomy w nauce”

– zadanie realizowane przez Fundację Centrum Kopernika, finansowane w ramach umowy 538/P-DUN/2017 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.



LINDA DAVIDSON / GETTY IMAGES

Co rządzi zachowaniem

PAWEŁ BAKALARZ

Behawioryzm to jeden z najbardziej niezrozumiałych i nienawidzonych nurtów psychologii. Ale też najbardziej rewolucyjnych.

Cytryna. Żółta, lekko woskowata skórka. Twardawa, grzłowata i nierówna. Ugina się pod naciskiem palców. Kiedy zagłębić w nią ostrze noża, z nacięcia wypłynie kropla mętawego soku. Jeśli rozciąć do końca i połowę wycisnąć na język... W tym momencie czytelnik powinien odnotować pewne zmiany w jamie ustnej. Umysł włada materią!

Burrhus Frederic Skinner, wybitny psycholog i myśliciel, którego postać odegra jeszcze w tym tekście ważną rolę, ilustruje tym przykładem mentalizm. To przekonanie, że nasza niematerialna psychika jest źródłem materialnego zachowania, zarówno dowolnego, jak i automatycznego. Jednak niektórzy z nas uważają tę wiarę

za paranormalny zabobon na miarę wiary w „duchy”, „dusze” i „subtelne energie”.

Nadal próbujący pozbyć się nadmiaru śliny z ust czytelnik stał się bowiem ofiarą warunkowania klasycznego. To proces fascynujący i złożony, ale daleki od duchowej subtelności.

Od niego zaczniemy wędrowkę wśród zuchwałych badaczy zachowania i ich sporów z mentalizmem.

Odpowiedź fizjologa psychologom

Jest rok 1903. Na 14. Międzynarodowym Kongresie Medycznym w odległym Madrycie przemawia akademik Iwan Pietrowicz Pawłow z rosyjskiego Instytutu Medycyny Eksperymentalnej. 54-letni wtedy

naukowiec, z gęstą siwą brodą i elegancko przyczesanymi włosami. Wychował się w wielodzietnej wiejskiej rodzinie i porzucił seminarium duchowne na rzecz kariery naukowej. Życiowe plany zmienił ponoć pod wpływem informacji o teorii Darwina.

W odczycie „Psychologia i psychopatologia eksperymentalna zwierząt” formułuje definicję odruchów. Na czele z odruchem warunkowym: ściśle przyrodniczym, mechanistycznym i fizjologicznym procesem, który jest źródłem naszej zabawnej przygody z cytryną. I złudzenia „potęgi umysłu”.

Pawłow opiera się na pracach swojego zespołu nad „wydzielaniem psychicznym”. Zaczynali od procesów trawiennych →

→ u zwierząt. Instalowali chirurgicznie przetoki w pyskach psów, skąd pobierali precyzyjnie odmierzone ilości śliny. Zauważyli, że już sama obecność pokarmu powoduje wydzielanie śliny. Z właściwą prawdziwym naukowcom docieklivością postanowili zgłębić to przypadkowe spostrzeżenie w najdrobniejszych szczegółach. Schemat warunkowania klasycznego jest wodniczo prosty. W momencie podania pokarmu zaczyna się w psim pysku wydzielanie śliny. Pokarm to bodziec bezwarunkowy. Ślinienie się – reakcja bezwarunkowa, niewycuczona, bezwolna. Oczywiście z czasem ślina zaczyna się pojawiać już na sam widok lub zapach pokarmu. A jeśli przed podaniem pokarmu systematycznie będzie się pojawiał mężczyzna w białym kitlu lub dzwiczka dzwonek – także te bodźce, dotąd neutralne – spowodują wydzielanie śliny. Staną się bodźcami warunkowymi, a ślinienie pod ich wpływem reakcją warunkową.

To czasy, gdy zoopsycholodzy w reakcjach zwierząt doszukiwali się przeżytków analogicznych do swoich, a psychologowie funkcjoniści badali doniesienia o drobnych zmianach w świadomym doświadczeniu różnych bodźców. Pawłow na początku poddaje się duchowi czasów, szybko jednak dostrzega jego intelektualną jałowość. Proponuje nową psychologię – obiektywną, materialistyczną, deterministyczną i mechanistyczną. Swoistą „wyższą fizjologię”.

Tyle przeszłości, co i historii

Hermann Ebbinghaus miał powiedzieć, że „psychologia ma długą przeszłość, ale krótką historię”.

W tej historii wiele jest często zwalczających się wzajemnie nurtów. Jednym z nich jest behawioryzm, podejście skoncentrowane na badaniu obserwowalnych zachowań z nadawaniem im jak najmniej interpretacji. Przeszłość ma dużo krótszą niż psychologia i bliższą swej historii. Mimo tego zdołał postawić chyba najbardziej rewolucyjne postulaty, błysnąć największą intelektualną odwagą. I stał się nurtem najbardziej niezrozumianym. Często – znienawidzonym. Nawet jego obecność w opracowaniu poświęconym „naukom o umyśle” wskazuje, że nie został przyswojony.

Lecz nie ma jednego behawioryzmu. William O'Donohue i Richard Kitchener w „*Handbook of Behaviorism*” wymieniają 15 różnych, często trudnych do pogodze-

Nasz umysł nie jest źródłem zachowania, tylko zlepkiem zachowań wymagających wyjaśnienia. A ono leży w interakcji środowiska i organizmu.

nia, behawioryzmów. Ta liczba może zaskoczyć czytelnika popularnej nauki, a nawet specjalistę.

Równie zaskakujące, nawet buńczuczne, mogą być słowa Przemysława Bąbła i Pawła Ostaszewskiego z wprowadzenia do „Współczesnej psychologii behawioralnej”: „[Behawioryzm] rozwija się, ewoluuje i wciąż tworzy kumulujący się gmach wiedzy o zachowaniu ludzi i zwierząt”.

Tak rozumiany behawioryzm jest filozofią psychologii. Świat uznaje za niepodzielną całość, zbudowaną z wzajemnie zależnych elementów. Zależności mogą być fizyczne, chemiczne, biologiczne – i behawioralne. Te przynajmniej możemy obserwować bezpośrednio. Wszelkie hipotetyczne poziomy wyższe, bardziej subtelne, wymagają pośrednictwa zachowania. Myśli, emocje, nastawienia – poznajemy wyłącznie przez ich wyrazy na zewnątrz. Zależności behawioralne obejmują skomplikowany wpływ środowiska na organizm i *vice versa*. Nasz umysł nie jest źródłem zachowania, tylko zlepkiem zachowań wymagających wyjaśnienia. A ono leży w interakcji środowiska i organizmu.

Jest to program badawczy tyleż radykalny, co niepopularny. Kształtuje się od przeszło stulecia, a u źródeł ma tyle samo oryginalnych badań, co i rozczarowania mentalistyczną alternatywą.

Uczenie się ludzi

Pawłow nie był, ze swoją fizjologiczną psychologią, ostatnim radykałem rodzącego się behawioryzmu. Nie był też, prawdę powiedziawszy, jego ojcem. Jak sam przyznawał, palma pierwszeństwa od kilku lat należała się już pewnemu Amerykaninowi.

Pawłow zaczynał od rozszerzania się reakcji odruchowych na nowe sytuacje (jak ślinienie się na dźwięk zapowiadający dostarczenie pokarmu). Postawił postulat

obiektywnej, fizjologicznej psychologii, jednak – wydaje się – na kruchej podstawie. Przecież funkcjonowanie nie tylko ludzi, ale i innych zwierząt wykracza dalece poza schemat bodziec–reakcja.

Tymczasem Edward Lee Thorndike – wspomniany Amerykanin – badał rozwiązywanie problemów przez zwierzęta. Proces, który studiował, nazwany zostanie później warunkowaniem instrumentalnym. O ile Pawłowa wiążemy z psami, Thorndike pracował z kotami. Przynajmniej to one pojawiają się w podręcznikach obok jego nazwiska.

W 1889 r. jako 23-latek publikuje „Inteligencję zwierząt. Studium eksperymentalne procesów asocjacyjnych u zwierząt”. I wywołuje – niespodzianka? – zamieszanie i opór w świecie psychologii zwierząt. Ogólna procedura eksperymentalna polegała na „umieszczeniu głodnego zwierzęcia w zamknięciu, z którego mogło uciec za pomocą wykonania prostej czynności”. Choć dziś brzmi to trochę jak opis przestępstwa z rozprawy sądowej, stanowiło innowację w badaniach behawioralnych. Wyniki z kolei pozwoliły Thorndike'owi położyć podwaliny pod dwa prawa zachowania.

Prawo ćwiczenia mówi, że im częściej dane działanie jest powtarzane, tym bardziej będzie poprawne. Kiedy w latach 30. XX w. Thorndike wrócił do swoich badań, tym razem z udziałem ludzi, stwierdził: „Myliłem się”. Żmudne eksperymenty nie potwierdziły, by samo powtarzanie danej czynności polepszało jej wykonanie.

Inaczej było z prawem efektu, które przetrwało próbę czasu, choć nie bez korekty. Thorndike umieszczał u wyjścia ze swoich „skrzynek problemowych” pokarm. Głodny kot, któremu udało się wykonać „tę jedną prostą czynność”, był nie tylko wolny od stresu i zamknięcia, ale też otrzymywał pożywienie. Satisfakcjonująca konsekwencja danej czynności w określonej sytuacji sprawiała, że ponownie w tej samej sytuacji ta sama czynność zostanie powtórzona szybciej i bardziej poprawnie. Konsekwencja przykra sprawi, że dana czynność zacznie zanikać. Po 30 latach potwierdzono poprawione sformułowanie efektu „wzmocnienia” (satisfakcjonującej konsekwencji). Siła „kary” (przykrej konsekwencji) miała się ograniczać do zatrzymania określonego zachowania, a czasami reagowania w ogóle.

Spośród pierwszych behawiorystów Thorndike był najmniej rewolucyjny. Był jednak tytanem pracy, intelektualistą i pasjonatem teorii uczenia się. Dzięki niemu wiemy, że należy ostrożnie podchodzić do twierdzenia, że opanowanie jednej umiejętności wpływa na sprawność w zupełnie innej. Znajomość języków klasycznych ni jak się ma do „dyscypliny umysłowej” koniecznej w matematyce i logice. Transfer między umiejętnościami może zająć, ale nie musi.

„Dajcie mi tuzin niemowląt”

Thorndike'a uczenie się „metodą prób i przypadkowych sukcesów” jest zapowiedzią dojrzałego behawioryzmu. Bliżej mu niż obserwacjom Pawłowa do normalnego funkcjonowania człowieka i innych zwierząt. Jednak sam Thorndike pozostaje raczej w tle dziejów behawioryzmu. Może to brak radykalnych deklaracji, obok subiektywnej natury „wzmocnienia”, sprawił, że kolejny wielki behawiorysta, zresztą też Amerykanin, go pominął?

Jest rok 1913. Przystojny i charyzmatyczny młody naukowiec, John Broadus Watson publikuje w „*Psychological Review*” artykuł „Psychologia, jak ją widzi behawiorysta”. Doskonale wyliczony i wygłoszony z dobrze przygotowanych pozycji (Watson był wtedy redaktorem tego pisma i szefem katedry psychologii na Uniwersytecie Johna Hopkinsa) wyraz trendów narastających w psychologii zostaje określony „Manifestem behawioryzmu” i zaznaczać ma jego narodziny. Watson miał jednak radykalny plan dla świata i, co pokaże przyszłość, ostry zmysł polemiczny.

Psychologia, „jak ją widzi behawiorysta”, powinna być nauką, która odrzuca badanie hipotetycznych stanów mentalnych. To dyscyplina oparta na mierzeniu obserwowalnego zachowania. Wreszcie – to nauka przyrodnicza. W założeniu: to wyniki badań i metoda (raczej niż pełny projekt badawczy) Pawłowa – nie Thorndike'a. Obaj Amerykanie znali swoje prace, Watson pozytywnie wypowiadał się o Thorndike'u, a ten drugi popierał jego postulaty. „Manifest” jednak odwołuje się do Rosjanina.

Ale Watson wykraczał poza czystą naukę. Jego najsłynniejsza myśl poza „Manifestem” brzmi: „Dajcie mi tuzin zdrowych, prawidłowo zbudowanych niemowląt i dostarczcie im to wszystko, co składa się na mój własny, szczególny świat, a zapew-



B.F. Skinner, Scranton, USA, 1933 r.

W 1948 r. Skinner publikuje powieść „Walden Two” o społeczności rządzącej się technikami behawioralnymi. Do dziś istnieje w Meksyku inspirowana nią wspólnota Los Horcones.

niam was, że wezmę na chybił trafił jedno z nich i uczynię z niego dowolnego typu specjalistę, czy to będzie lekarz, sędzia, artysta, kupiec, a nawet żebrak czy złodziej, bez względu na jego talenty, skłonności, zdolności, zadatki i rasę przodków”. Te słowa budzą z reguły skrajnie negatywne reakcje. Były jednak skierowane przeciw eugenicie i rasistowskiemu natywizmowi, które dotykały amerykańskich psychologów i społeczeństwo w początkach XX w. I dziś warto je przemyśleć, kiedy „MIT Tech Review” pyta: „Czy jesteście gotowi na świat, w którym test DNA za 50\$ pozwoli przewidzieć szanse na doktorat, albo prognozować, który niemowlak dostanie się do ekskluzywnego przedszkola?”. Nieliczni oponenci mają też uczciwość lub wiedzę, by przytoczyć, jak Watson kończy swój eksperyment myślowy o „dwunastu niemowlętach”: „Wychodzę tu poza fakty i dopuszczam taką możliwość, ale przeciwnicy moich poglądów robili tak od tysiący lat”.

Watson tymczasem udowadnia np., że lęków można się nauczyć i odczytać. Chce psychologii stosowanej, która zmieni świat na lepsze we wszystkich dziedzinach, od nauczania, przez przemysł, aż do wymiaru sprawiedliwości. Pragnie rozwijać, przez wpływy środowiskowe, maksymalny potencjał człowieka. Można mu wiele zarzucić, ale nie brak wizji i troski o ludzkość.

Opuszcza uniwersytet i całą akademię (ku swojemu zaskoczeniu i wbrew woli: na zawsze) w atmosferze skandalu związanego z romansem. Z czasem jego pisma stają się bardziej zażartymi polemikami niż rozprawami naukowymi, co także wielu behawiorystów ma mu za złe.

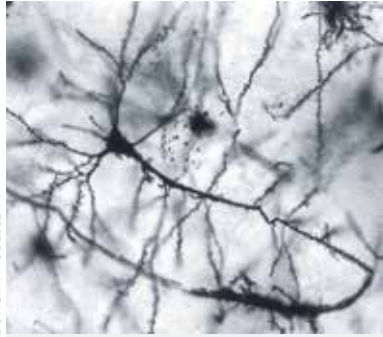
Etologia człowieka

Mimo braku wielkiej rewolucji po piśmie Watsona, behawioryzm rozwija się prężnie i rozgałęzia. Niektóre jego nurty staną się podstawą przyszłej psychologii poznawczej. Inne chcą funkcjonować na własnych prawach, jako autonomiczna nauka o zachowaniu lub, współcześnie, analiza zachowania.

W 1935 r. pracę pod tytułem „Zachowanie się organizmów” publikuje Burrhus Frederic Skinner. Zrezygnowawszy, w kryzysie twórczym i osobistym, z kariery pisarza, zajął się psychologią. W międzyczasie – zachwyił behawioryzmem. Tworzy nową naukę, eksperymentalną analizę zachowania, i opisuje kolejny mechanizm warunkowania, znany dziś jako warunkowanie sprawcze.

Dziedzictwo Pawłowa inkorporowane przez Watsona koncentrowało się na zachowaniach odruchowych, „reaktywnych”.

Skinner idzie tropem zachowań, które potocznie określilibyśmy „dowolnymi”. Jak u Thorndike'a – rodzą one konsekwencje w środowisku i w związku z nimi utrzymują się, narastają lub giną. To zresztą niezwykle ważny moment teoretyczny. Dobór zachowań przez konsekwencje środowiskowe jest analogiem ewolucji drogą doboru naturalnego. Pawłowowskie warunkowanie pozwala przygotować organizm do okoliczności ważnych z punktu widzenia przeżycia: jedzenia, walki, ucieczki, płodzenia. Warunkowanie Skinnerowskie adaptuje organizm do środowiska i samo działa na zasadach doboru. Konsekwencja jest kluczową formą kontroli zachowania, gdy u Thorndike'a była tylko jego modulatorem. →



DOMENA PUBLICZNA

Rejestracja aktywności pojedynczych neuronów

Mniej więcej od końca XVIII w. fizjologowie domyślali się, że układ nerwowy przejawia aktywność elektryczną. Na wyniki badań przeprowadzonych „na żywo” z wykorzystaniem mikroelektrody trzeba było czekać jednak aż do 1940 r., kiedy Birdsey Renshaw i jego zespół odkryli w hipokampie kota neurony piramidowe. Choć ta metoda, będąca jedną z podstawowych w neurobiologii, przeszła długą ewolucję, zasadniczy schemat badań jest podobny także dziś. Bezpośrednio do ciała neuronu (lub nieopodal) wprowadza się cienką mikroelektrodę, co pozwala śledzić z ogromną precyzją jego aktywność. Ze względu na konieczność ingerencji chirurgicznej metodę tę u ludzi stosuje się głównie w celach diagnostycznych. Mimo to, korzystającym z niej naukowcom udało się „przy okazji” dowiedzieć wiele o mózgu człowieka. W 1999 r. William Hutchison i współpracownicy w trakcie operacji neurochirurgicznych, przeprowadzanych na lekoopornych pacjentach psychiatrycznych, odnaleźli w przedniej części zakrętu obręczy specyficzne neurony. Aktywowane były zarówno, gdy pacjent sam otrzymywał bodziec bólowy, jak i gdy obserwował analogiczny bodziec zadawany innej osobie. W opinii części badaczy komórki te zaangażowane są we współodczuwanie bólu i empatię. © MH

→ Wszyscy behawioryści uznawali swoją dziedzinę za część biologii i preferowali obiektywne badania. Pawłowa i Watsona motywowały jednak tylko trudności metodologiczne. Behawioryzm u Skinnera staje się filozofią psychologii. Zrównuje myśli, emocje, wyobrażenia z innymi zachowaniami organizmu. Uznaje kluczową rolę tych zachowań ukrytych w życiu człowieka, ale żąda dla nich wyjaśnienia jak dla zachowań jawnych. Odbiera umysłowi rolę przyczyny. Środowisko, za pomocą konsekwencji, sprawuje taką samą kontrolę nad zachowaniami jawnymi, jak i ukrytymi.

W 1953 r. Skinner publikuje „*Science and Human Behavior*”, podręcznik dojrzałej już analizy zachowania, w którym omawia podstawowe pryncypia rządzące uczeniem się i oparte na nich techniki behawioralne. Pracuje nad uczeniem programowanym: usprawnianiem edukacji za pomocą maszyn stosujących wzmacnianie, tj. konsekwencję zwiększającą częstotliwość zachowania.

Publikuje „*Walden Two*” – powieść o społeczności rządzącej się tymi samymi technikami behawioralnymi (do dziś istnieją wspólnoty inspirowane jego projektem – m.in. Los Horcones w Meksyku). Analizuje behawioralnie proces poetycki. Pyta, dlaczego behawioryści nie działają bardziej energicznie w kierunku uratowania ludzkości przed nią samą, a pod koniec życia w jednym z wywiadów wątpi już, że ludzkości wystarczy intelektualnej odwagi, by podjąć jego wyzwanie. W międzyczasie otrzymuje nagrodę Humanisty Roku, bywa porównywany do Hitlera, sugeruje armii pociski naprowadzane przez tresowane gołębie, znajduje się na okładce „Time’a”, zbiera ciągi od humanistycznych intelektualistów, zostaje uznany najbardziej wpływowym psychologiem XX w.

Chybiony cios łaski?

W 1957 r. Skinner wydaje „*Verbal Behavior*”, gdzie podejmuje się konceptualnej analizy nabywania języka za pomocą warunkowania sprawczego. Noam Chomsky, jeden z autorów pierwszej rewolucji kognitywnej, kontruje recenzję, dziś uznawaną za chybną. Krytykę Skinner ignoruje. „Nigdy nie odpowiadałem na krytykę. Każdy behawiorysta był zbyt zajęty przedstawianiem wyników eksperymentalnych badań lub ich uogólnianiem, aby zajmować się odpowiadaniem na za-

rzuty” – pisał w swoim „Behawioryzmie” już Watson. W obiegowej opinii Chomsky dokonuje *coup de grâce* na behawioryzmie. Ale dziś na teorii zachowań werbalnych Skinnera opierają się programy terapeutyczne, które uczą dzieci z zaburzeniami rozwojowymi mówić.

W 1990 r., po owocnych 86 latach życia, Fred Skinner umiera na białaczkę. Dzieścię dni wcześniej odbiera jako pierwszy w dziejach nagrodę American Psychological Association za wkład całego życia w psychologię. Podczas ostatniego wystąpienia przyrównuje podejście poznawcze, konkurencyjne wobec behawioryzmu, do pseudonaukowej idei „inteligentnego projektu” w ewolucjonizmie.

Dziś behawioryzm jako autonomiczne podejście filozoficzne i naukowe wciąż się rozwija, choć na peryferiach. Behawioryści pracują z ludźmi z zaburzeniami rozwoju, wspomagają edukację i zarządzanie zasobami ludzkimi. Rozwijają nowe psychoterapie i interwencje związane z bezpieczeństwem przemysłowym. Badają ekonomię behawioralną. W sztucznej inteligencji pojawia się uczenie ze wzmacnianiem.

Mentalizm, jak go widzi behawiorysta, opiera się na nadmiarze interpretacji. Niemożność zajrzenia do psychiki pozwala tworzyć coraz bardziej skomplikowane próby wyjaśnień. Hipotetyczne struktury i procesy w umyśle mają być przyczyną zachowań, jednak ich istnienie stwierdza się na podstawie behawioru. Każdy z nas zna z autopsji sytuację: „Znam i rozumiem, co dobre, a wybieram gorsze”. Przeniesienie odpowiedzialności do „wnętrza”, paradoksalnie, odbiera kontrolę nad zachowaniem.

Behawioryzm od samego początku oferuje oszczędne wyjaśnienia zachowań, opierające się na mierzalnych, sprawdzalnych przesłankach. Uznanie kontroli środowiska nad zachowaniem wymaga wiele odwagi i pokory, ale daje narzędzie do jego modyfikowania. Odejście od widzenia cech psychicznych jako źródeł zachowania pozwala na rezygnację ze stygmatyzacji, a skoncentrowanie się na realnych możliwościach rozwiązywania problemów. © PAWEŁ BAKALARZ

AUTOR jest absolwentem psychologii i prawa, terapeutą behawioralnym, członkiem Polskiego Towarzystwa Psychologii Behawioralnej. Prowadzi popularnonaukowy blog zuchwalerzemioslo.wordpress.com



CHRISTIAN JONES / GETTY IMAGES

Rydwan z dwoma końmi

KINGA WOŁOSZYN-HOHOL, MATEUSZ HOHOL

Historia badań nad emocjami pełna jest zmian paradygmatów i zwrotów akcji. Dziś uważa się, że nie zawsze są tym samym co uczucia, a życie wyzbyte z emocji wcale nie byłoby bardziej racjonalne.

Na starożytną filozofię zwykliśmy patrzeć jako na pierwszy krok w drodze triumfu racjonalnego myślenia nad bezmyślnym zabobonem. W takim ujęciu człowiek jest przede wszystkim, by odwołać się do słów Arystotelesa, „zwierzęciem rozumnym”, czyli istotą należącą do świata przyrody, ale wyróżniającą się tym, że potrafi, dzięki rozumowi, wznieść się ponad swą zwierzęcą naturę. Obrazuje to ukuta przez Platona metafora, w której człowiek to woźnica rydwana ciągniętego przez dwa rumaki: białego, który reprezentuje to, co racjonalne, i czarnego, którym targają namiętności. Szczęśliwi jesteśmy wtedy, gdy kierujemy swoim życiem, rozumnie trzymając czarnego konia

w ryzach. Odwołując się do innego słynnego greckiego filozofa, Demokryta z Abdera, w życiu chodzi o to, by prym wiodła rozsądna głowa, a nie pożądliva wątroba czy gniewne serce. W takim obrazie emocje postrzegane są jako zwierzęcy, irracjonalny i destrukcyjny pierwiastek, który przeszkadza w osiągnięciu szczęścia (chyba że zostanie okiełznany przez rozum). W ten sam sposób myślenia wpisuje się często spotykana interpretacja stoicyzmu jako doktryny etycznej, dla której ideałem jest *apatheia* – dosłownie „beznamiętność”, stan wyzbycia się wszelkich uczuć.

Taka popularna charakterystyka postrzegania emocji przez starożytnych filozofów jest jednak zbyt uproszczona.

Nie jest prawdą, że dla Arystotelesa emocje były zawsze czymś sprzecznym z rozumem, podobnie jak to, że typowy adept filozofii stoickiej przypominał Spocka z sagi „Star Trek”. Arystoteles zauważył, że choć zarówno ludzie, jak i zwierzęta doświadczają stanów afektywnych, ludzie nie zawsze są jedynie ich biernymi odbiorcami. Jego zdaniem na emocje wpływ mogą mieć nasze (intelektualne) przekonania. Dlatego rozróżnił angażujące intelekt emocje oraz związane jedynie z niższymi procesami fizjologicznymi namiętności, którym zawsze towarzyszą przyjemność lub ból.

Podobną charakterystykę znaleźć można u jego średniowiecznych kontynuatorów. Przykładowo Tomasz z Akwinu, idąc →

→ tropem Arystotelesa, rozróżnia miłość pożądlivą (łac. *amor*) od miłości rozumnej (*dilectio*), i pisze dodatkowo również o miłości w Bogu (*caritas*). Jeśli zaś chodzi o stoików, takich jak np. Zenon z Kition, to istotnie propagowali stan wyzbycia się sprzecznych z rozumem, gwałtownych namiętności (gr. *pathe*), lecz zarazem doceniali rolę roztropnych uczuć (gr. *eupathēia*), takich jak roztropna radość czy uzasadniona obawa. Krótko mówiąc, filozofowie starożytni i średniowieczni twierdzili nie tyle, że emocje powinny być unieczystwione przez rozum, ile że powinny być przesiąknięte pierwiastkiem racjonalnym.

W poszukiwaniu emocji podstawowych

Choć w nowożytności problem relacji między emocjami a rozumem był wciąż aktualny, gorącym tematem dysput stała się pierwotność pewnych emocji względem innych. Według Kartezjusza istnieje sześć emocji (uczuć) podstawowych, którymi są: zaciekawienie, pożądanie, radość, miłość, nienawiść i smutek. Ich kombinacje mogą tworzyć emocje złożone, takie jak pogarda, duma, nadzieja, strach, zazdrość czy poczucie winy. Warto w tym momencie przypomnieć, że dla Kartezjusza, oraz pozostających pod jego wpływem przez wiele wieków myślicieli, terminy „emocje” i „uczucia”, przynajmniej w odniesieniu do człowieka, były synonimami. Choć Kartezjusz zdawał sobie sprawę z tego, że emocje mają swoje symptomy cielesne, są one przede wszystkim doświadczane przez duszę. Wiąże się to z teorią dualizmu psychofizycznego, która głosi, że ciało i umysł to dwie osobne substancje, a wszystko, co przynależy do sfery umysłowej, jest świadome – w przeciwieństwie do tego, co materialne. Ludzkie emocje, które nie byłyby świadomie odczuwane, były dla Kartezjusza nie do pomyślenia.

Na współczesną psychologię najsilniej wpłynął Karol Darwin. Wprawdzie w swym *opus magnum* „O powstawaniu gatunków” unikał aplikacji idei doboru naturalnego do antropologii, jednak nie było tak już w kolejnych jego książkach. W pracy „O pochodzeniu człowieka” przekonywał, że w ciągu milionów lat dobór naturalny kształtował stopniowo naszą morfologię, jak również cechy naszych umysłów i skłonności do pewnych zachowań. Tematykę tę Darwin kontynuował w książce „O wyrazie uczuć u człowieka



Wyjaśnienie, dlaczego i jak odczuwamy emocje, wymaga nie tylko identyfikacji struktur mózgowych i obwodów, które u szczurów odpowiedzialne są za reakcje emocjonalne.

i zwierząt”. Twierdził przede wszystkim, że podstawowe emocje są „wrodzonymi, czyli dziedzicznymi, tj. że indywiduum ich się nie wyucza”. Odnotował, że ekspresje emocjonalne zwierząt, szczególnie małych czelakształtnych, bardzo przypominają ludzkie, co świadczy o tym, że zostały wyselekcjonowane przez dobór naturalny i zachowane w mózgach. Darwin przytaczał również wiele argumentów świadczących za tym, że u ludzi ekspresje emocji (szczególnie mimiczne) są jednakowo niezależne od wieku oraz przynależności etnicznej czy kulturowej. Za dowód, że dzieci nie muszą uczyć się reakcji emocjonalnych na drodze obserwacji, ale przychodzą na świat z nimi „na wyposażeniu”, Darwin uznał to, że osoby niewidome przejawiają takie same ekspresje mimiczne jak osoby widzące.

Choć Darwin zerwał z Kartezjańskim dualizmem oddzielającym umysł od ciała, podobnie jak francuski filozof twierdził, że podstawą reakcji emocjonalnych są uczucia. Na przykład obserwowane zagrożenie wywołuje świadome uczucie strachu, a to z kolei uruchamia reakcję emocjonalną, która przejawia się obserwowalnymi ekspresjami, np. mimicznymi, i skutkuje zachowaniem ucieczki lub

walki. Przyjmując tezę, że emocje są produktami działania doboru naturalnego, późniejsi psychologowie emocji często dochodzili jednak do zupełnie odwrotnych wniosków. William James twierdził, że „emocje oderwane od wszelkich doznań cielesnych są czymś niepomysłalnym”. Mówiąc najprościej: emocją jest to, co pojawia się w naszej świadomości pod wpływem tego, co dzieje się z naszym ciałem w reakcji na obserwowane zdarzenie.

Kultura czy natura

Idea Darwina, że wszyscy ludzie wyposażeni są w zestaw zbliżonych emocji podstawowych, zrobiła sporą karierę, ale jej ugruntowanie w psychologii zajęło wiele czasu, a i dziś budzi ona dużo kontrowersji. Na podstawie doniesień z różnych zakątków kuli ziemskiej tuż XX-wiecznej antropologii kulturowej, jak Gregory Bateson i Margaret Mead, sprzeciwili się Darwinowi, twierdząc, że na kształt reakcji emocjonalnych wpływ ma nie tyle wspólna biologia, ile raczej zróżnicowane środowisko kulturowe. Jednym z pierwszych psychologów nawiązujących do oryginalnej koncepcji Darwina, a zarazem sprzeciwiających się kulturoznawcom głównego nurtu, był Silvan Tomkins. W publikowanych od lat 60. pracach twierdził on, że emocje pierwotne (nazywane również programami afektywnymi), takie jak: radość, wściekłość, strach, cierpienie, zainteresowanie czy wstyd, stanowią nasze biologiczne i ponadkulturowe dziedzictwo. Z kolei poczucie winy czy zmieszanie przejawiają duże zróżnicowanie w różnych społecznościach, a co za tym idzie – mają rodowód kulturowy.

Do grona uczniów Tomkinsa należy Paul Ekman, którego wpływ wykracza daleko poza same dyskusje akademickie. Stał się on nawet pierwowzorem dr. Cala Lightmana, głównego bohatera popularnego serialu „Magia kłamstwa” (oryginalny tytuł „*Lie to Me*”). Ekman postanowił rozwiązać raz na zawsze problem rodowodu emocji podstawowych. Analizując setki godzin filmów dokumentujących życie mieszkańców wyżyny Paupi-Nowej Gwinei (wykonane przez Daniela Carletona Gajduska, laureata Nagrody Nobla za badania nad prionami, skazanego razem za pedofilię), a następnie samemu przeprowadzając badania terenowe, Ekman opracował precyzyjną metodę klasyfikacji mimicznych ekspresji emocji.

W swoich badaniach wykorzystywał klasyczne procedury, polegające na czytaniu historyjek lub pokazywaniu filmów, prosząc osoby badane o wybór nazwy emocji, którą aktywowały u nich te bodźce.

Ekman wyprowadził wniosek, że ekspresje radości, smutku, strachu, złości, zaskoczenia i obrzydzenia są identyczne u mieszkańców USA i członków plemion Papui-Nowej Gwinei. Dalsze badania pozwoliły mu uogólnić tę tezę również na inne kultury. Jedyny wyjątek zdawali się stanowić Japończycy, przejawiający nie tylko bardziej powściągliwe reakcje emocjonalne niż Amerykanie czy Europejczycy, ale nawet ukrywający negatywne uczucia za uśmiechem. W jednym z badań Ekman wyświetlał mający wzbudzić obrzydzenie film z zabiegu chirurgicznego. Okazało się, że gdy badanemu Japończykowi w seansie towarzyszyła inna osoba, obrzydzenie było maskowane. Jednak gdy osoba badana oglądała film samotnie, jej reakcja emocjonalna była dokładnie taka sama jak u przedstawicieli innych kultur. Usunęło to nie tylko grzyt w jego teorii, ale również naprowadziło go na koncepcję „reguł okazywania emocji”, która mówi, że kontekst społeczny może modyfikować reakcję emocjonalną (także w naszej kulturze nie zawsze wypada okazywać publicznie to, co naprawdę czujemy).

Czas przełomowych odkryć Ekmana zbiega się z początkiem intensywnych badań neurobiologicznych, prowadzonych przez Josepha LeDoux, nad rolą ciała migdałowatego w wytwarzaniu reakcji strachu i lęku. Wykazały one, że uszkodzenie tej podkorowej struktury mózgu u szczurów utrudnia warunkowanie negatywnych emocji. Choć w przypadku ludzi nie można oczywiście wywołać lezji ciała migdałowatego w celach naukowych, przypadki osób z patologiami tej struktury prowadzą do podobnych wniosków jak u gryzoni. Badania z udziałem takich osób wskazują ponadto na brak u nich różnic w ocenach obrazów przyjemnych i nieprzyjemnych oraz na osłabioną zdolność do rozpoznawania ekspresji emocji, zwłaszcza negatywnych. Choć sam Ekman nie prowadził badań neuronaukowych, wyniki LeDoux świetnie pasowały do jego teorii emocji podstawowych.

Emocje konstruowane

Przeciw teorii emocji podstawowych, wbudowanych w nasze mózgi przez dobór naturalny, przytacza się dziś jednak

liczne obiekcje. Nie wiadomo po pierwsze, które emocje są faktycznie podstawowe. Stosując różne metodologie badań i siatki pojęciowe, badacze wskazują kandydatury inne niż Ekman. Wiąże się to również z krytyką jego metody.

Okazuje się, że jeśli osoby badane mają samodzielnie stwierdzić, jaką emocję wywołał w nich film czy historia, a nie wybrać ją spośród kilku dostępnych opcji, wyniki przestają być jednoznaczne. Po drugie, teoria Ekmana zaniedbuje to, na co uwagę zwracali już starożytni myśliciele: emocje zależne są także od rozumu i przekonań, czy też, mówiąc bardziej współcześnie, od czynników poznawczych, których wpływ wykracza daleko poza „reguły okazywania emocji”. I wreszcie, o ile Ekman koncentrował się na kulturowych podobieństwach, zaniedbał indywidualne, wewnątrz kulturowe zróżnicowanie ekspresji emocjonalnych, co wydaje się szczególnie istotne w przypadku zaburzeń psychicznych, np. lękowych.

Krytyka ta jest jednocześnie pożywką dla coraz popularniejszych obecnie teorii konstruktywistycznych, za którymi opowiadają się w skrajnej wersji Lisa Feldman Barrett oraz, w wersji bardziej umiarkowanej, sam LeDoux, zwłaszcza w swojej najnowszej książce „*Lęk*. Neuronauka na tropie źródeł lęku i strachu”.

Choć nie zaprzeczają oni temu, iż mózg wyposażony jest w obwody emocjonalne (choćby ten, którego częścią jest ciało migdałowate), zauważają, że to, w jaki sposób odczuwamy emocje, jak uczucia te różnią się międzyosobowo, i w jaki sposób powstają zaburzenia lękowe, jest wynikiem indywidualnych procesów uczenia się (na przestrzeni życia), które mogą modyfikować działanie całego mózgu emocjonalnego.

LeDoux podkreśla również (dlatego, że jak sam przyznaje, jego wczesne badania winne są po części zamieszaniu), że choć emocje i uczucia są ze sobą blisko spokrewnione, nie są tym samym. Wyjaśnienie, dlaczego i w jaki sposób odczuwamy emocje, wymaga czegoś więcej aniżeli tylko identyfikacji struktur mózgowych i obwodów, które u szczurów odpowiedzialne są za reakcje emocjonalne. Mowa tu bowiem o świadomości emocji – aby ją wyjaśnić, należy zbadać złożone interakcje mózgowych sieci korowych i podkorowych, których połączenia nie są „zadane z góry”, ale mo-

dyfikowane przez kolejne doświadczenia.

Krytyka czystego rozumu

Dzięki odkryciom neuronauki wiemy dziś – w przeciwieństwie do starożytnych – że nie jesteśmy w stanie podejmować trafnych decyzji, jeśli nasz rozum nie jest przesiąknięty emocjami.

Mowa tu szczególnie o badaniach nad wpływem uszkodzeń brzuszno-przyrodkowej kory przedczołowej na podejmowanie decyzji.

Struktura ta uznawana jest za część naszego mózgu emocjonalnego. Badane m.in. przez Antonia Damasio i jego zespół osoby z takimi uszkodzeniami zdają się nie być mniej inteligentne od osób zdrowych – radzą sobie dobrze z testami wizualno-przestrzennymi. Mówiąc potocznie, ich rozum jest nietknięty. Nie oznacza to jednak, że ich zachowanie można uznać za racjonalne, bowiem wykazują poważne trudności w podejmowaniu decyzji, począwszy od bardzo prozaicznych (przejeżdżać przez jezdnię czy nie?) do życiowych (związać się z tą osobą?). Damasio twierdzi, że w strukturze tej rezydują „markery somatyczne”, czyli towarzyszące procesowi decyzyjnemu uczucia, które skojarzone są z przewidywanymi konsekwencjami określonych wyborów. Dokonują one wstępnej selekcji dostępnych opcji, zawężając pole możliwego działania.

Wielowiekowa historia rozumienia emocji, której bohaterami byli Arystoteles, Kartezjusz czy Darwin, doprowadziła nas do punktu, w którym neuronauka wskazuje, że „czysta racjonalność” nie jest celem, do którego powinniśmy dążyć. Emocje – niezależnie, czy są wrodzone, czy konstruowane – nie są jedynie czymś ubarwiającym nasz umysł. Umożliwiają nam racjonalne działanie na każdym kroku naszego życia.

W platońskim rydwanie trzeba zatem mocniej postawić na czarnego konia. © KINGA WOŁOSZYN-HOHOL, MATEUSZ HOHOL

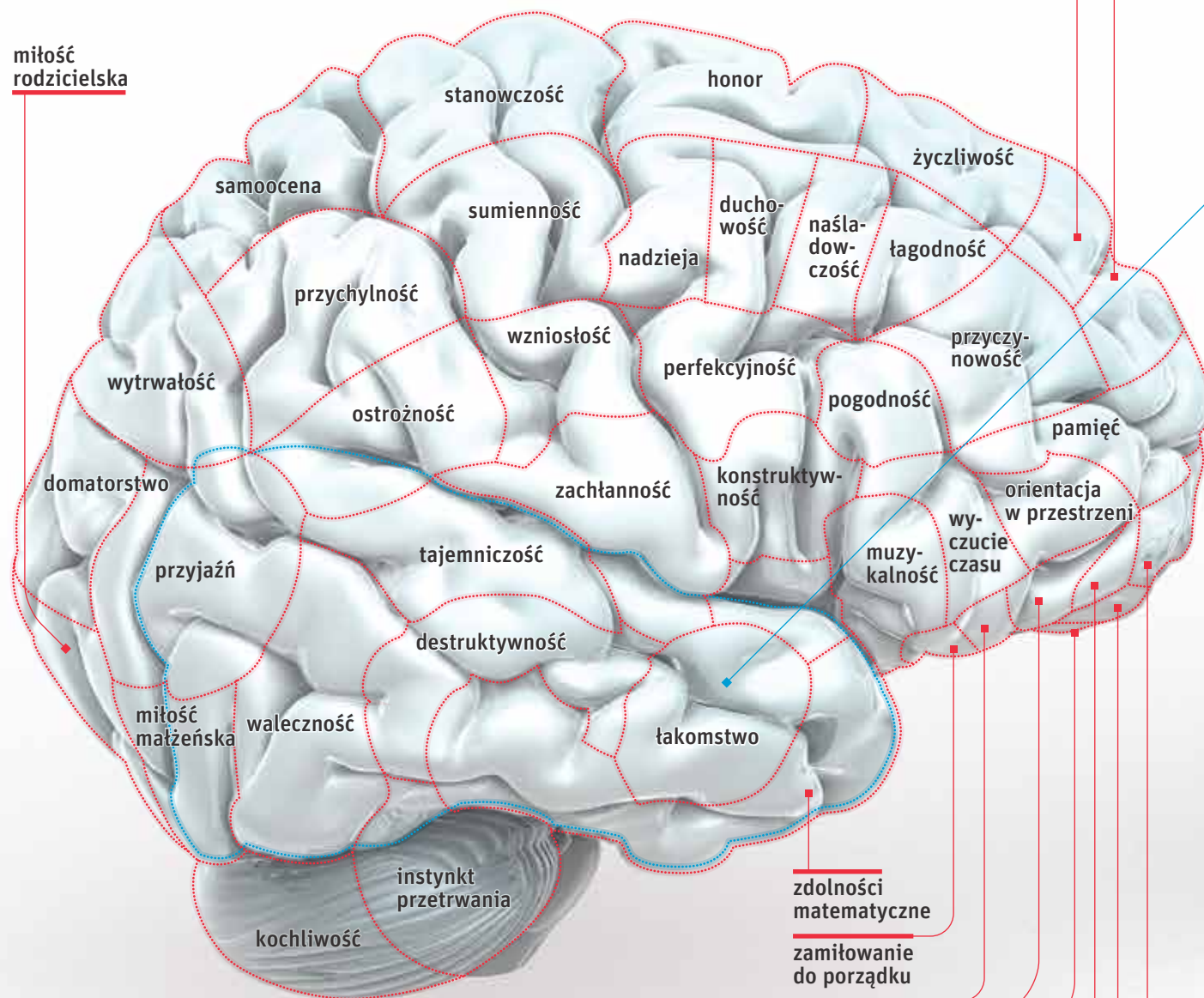
KINGA WOŁOSZYN-HOHOL jest psychologiem, doktorantką w Zakładzie Psychofizjologii w Instytucie Psychologii UJ. Prowadzi badania dotyczące uwagi i przetwarzania bodźców emocjonalnych.

MATEUSZ HOHOL jest kognitywistą, adiunktem w Zakładzie Logiki i Kognitywistyki IFiS PAN oraz członkiem Centrum Kopernika. Autor książki „*Wyjaśnić umysł?*”. Zajmuje się poznaniem matematycznym.

LUDZKI MÓZG

składa się z wielu rozmaitych obszarów anatomicznych. Jeszcze bardziej skomplikowany jest jednak jego podział funkcjonalny.

TEKST ŁUKASZ LAMŻA
INFOGRAFIKA LECH MAZURCZYK



porównywanie

umiejętności społeczne

zdolności matematyczne

zamiłowanie do porządku

rozdzielanie barw

ocena wagi

zdolności oratorskie

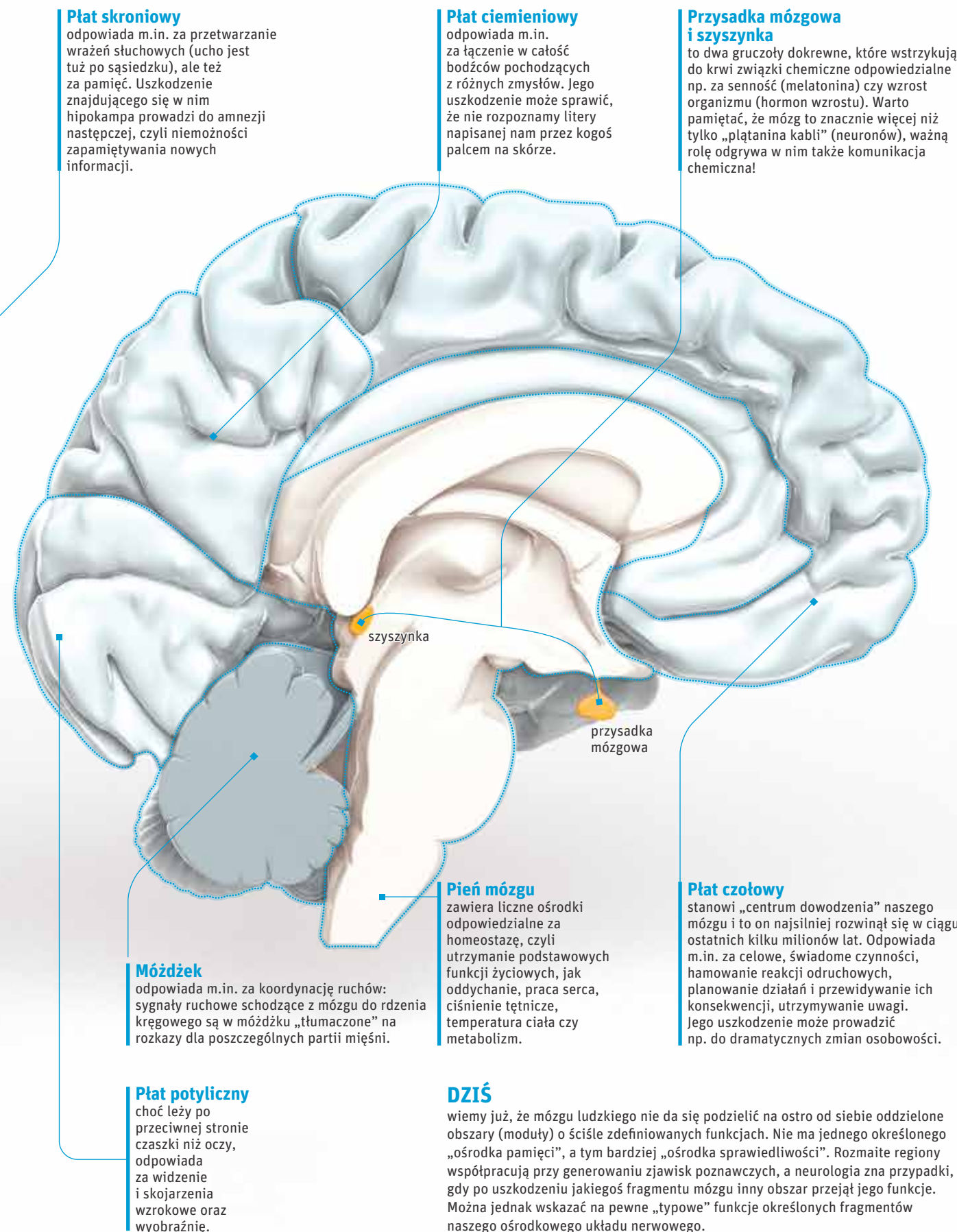
rozpoznawanie kształtów

ocena wielkości

widzenie przestrzenne

KIEDYŚ

popularna była frenologia – teoria ludzkiego mózgu, przypisująca poszczególnym jego obszarom rozmaite aspekty ludzkiej psychiki. Obok zjawisk poznawczych (pamięć, przetwarzanie języka, inteligencja) występują tam przede wszystkim cechy osobowości (zachłanność, pogodność, łakomstwo). Opracowana na przełomie XVIII i XIX w., cieszyła się przez parę dekad dużym uznaniem, ale faktyczne badania mózgow zwierząt i ludzi wykazały, że większość przyporządkowań frenologicznych była zupełnie przypadkowa.



Płat skroniowy

odpowiada m.in. za przetwarzanie wrażeń słuchowych (ucho jest tuż po sąsiedztwie), ale też za pamięć. Uszkodzenie znajdującego się w nim hipokampa prowadzi do amnezji następczej, czyli niemożności zapamiętywania nowych informacji.

Płat ciemieniowy

odpowiada m.in. za łączenie w całość bodźców pochodzących z różnych zmysłów. Jego uszkodzenie może sprawić, że nie rozpoznamy litery napisanej nam przez kogoś palcem na skórze.

Przesadka mózgowa i szyszynka

to dwa gruczoły dokrewne, które wstrzykują do krwi związki chemiczne odpowiedzialne np. za senność (melatonina) czy wzrost organizmu (hormon wzrostu). Warto pamiętać, że mózg to znacznie więcej niż tylko „płatnina kabli” (neuronów), ważną rolę odgrywa w nim także komunikacja chemiczna!

Móżdżek

odpowiada m.in. za koordynację ruchów: sygnały ruchowe schodzące z mózgu do rdzenia kręgowego są w móżdżku „tłumaczone” na rozkazy dla poszczególnych partii mięśni.

Płat potyliczny

choć leży po przeciwnej stronie czaszki niż oczy, odpowiada za widzenie i skojerzenia wzrokowe oraz wyobraźnię.

Pień mózgu

zawiera liczne ośrodki odpowiedzialne za homeostazę, czyli utrzymanie podstawowych funkcji życiowych, jak oddychanie, praca serca, ciśnienie tętnicze, temperatura ciała czy metabolizm.

DZIŚ

wiemy już, że mózgu ludzkiego nie da się podzielić na ostro od siebie oddzielone obszary (moduły) o ściśle zdefiniowanych funkcjach. Nie ma jednego określonego „ośrodka pamięci”, a tym bardziej „ośrodka sprawiedliwości”. Różne regiony współpracują przy generowaniu zjawisk poznawczych, a neurologia zna przypadki, gdy po uszkodzeniu jakiegoś fragmentu mózgu inny obszar przejął jego funkcje. Można jednak wskazać na pewne „typowe” funkcje określonych fragmentów naszego ośrodkowego układu nerwowego.

Płat czołowy

stanowi „centrum dowodzenia” naszego mózgu i to on najsilniej rozwinął się w ciągu ostatnich kilku milionów lat. Odpowiada m.in. za celowe, świadome czynności, hamowanie reakcji odruchowych, planowanie działań i przewidywanie ich konsekwencji, utrzymywanie uwagi. Jego uszkodzenie może prowadzić np. do dramatycznych zmian osobowości.

Cienie świadomości

JUSTYNA HOBOT, MICHAŁ WIERZCHOŃ

Jak potwierdzić własną obecność, skoro nawet powieki nieposłuszne są mięśniom; gdy ciało zostało oderwane od umysłu, odbierając przywilej wyrażania myśli?

Zwyczajne przeziębienie przemieniło się w ostre zapalenie mózgu, a umysł Kate pogrążył w letargu. Lekarze podejrzewali, że utraciła świadomość – poczucie istnienia w świecie i doświadczenie samej siebie, a zatem także możliwość doświadczenia bólu. Wbrew przewidywaniom lekarzy Kate nie była całkiem pozbawiona świadomości. Obudziła się z nieświadomego snu do koszmaru – fluktuacji doświadczeń, nastrojów i myśli w organizmie, który uniemożliwiał komunikację z otoczeniem.

Po miesiącach ciągłego balansowania na granicy świadomości przeskanowano jej mózg, a ten zareagował na pokazywane znajome obrazy podobnie jak mózgi zdrowych osób. Tym samym potwierdziła własną obecność.

Minęło kilka lat. Kate czuje, jakby postać sprzed wystąpienia infekcji umarła. Nierzadko jej mózg samodzielnie podejmuje decyzje, ignorując jej intencje. Coś przepadło w szarej strefie, ale wydostała się z niej osoba, która jest zdolna samodzielnie przekazywać myśli. Niedawno napisała w liście do neurologa, który poddał ją badaniu w skanerze: „Proszę użyć mojego przykładu do pokazania ludziom, jak ważne są skany. One zadziałały jak magia – odnalazły mnie”.

Podtrzymanie

Jeszcze na początku ubiegłego wieku sprawy miały się bardzo prosto – osoby z urazami mózgu po zapadnięciu w śpiączkę albo umierały, albo powracały do zdrowia, z tylko niewielkimi deficytami. Dzięki wynalezieniu respiratora i rozwojowi intensywnej terapii obecnie czynność serca i oddech pacjenta można podtrzymywać dowolnie długo.

W tym kontekście pojawiło się pytanie, czy podtrzymywanie życia wiąże się z utrzymaniem jakiejś formy świadomości. Czy zostaje zachowana świadomość smaku pokarmu, odgłosu kroków, znajomego zapachu wypełniającego szpitalną przestrzeń, a także świadomość, że się tego wszystkiego doświadcza?

Rzeczony rozwój technologii podtrzymywania życia wymusił zmianę w pojmowaniu śmierci. Sprowadzono ją do diagnozy śmierci mózgu, czyli nieodwracalnej śpiączki, charakteryzującej się brakiem tzw. odruchów pniowych. Z końcem lat 70. powstał opis kryteriów diagnostycznych stanu wegetatywnego (obecnie nazywanego stanem niereaktywnej przytomności). Jego wystąpienie

stwierdzano u osób, które wybudziły się ze śpiączki, jednocześnie nie przejawiając śladów tego, co potocznie nazywamy świadomością.

Rzeczywistość kliniczna okazała się jednak bardziej skomplikowana. U niektórych z tych pacjentów zaobserwowano oznaki celowego zachowania przy braku zdolności skomunikowania się z otoczeniem. Tę nową jednostkę kliniczną określono stanem minimalnej świadomości. Aktualnie termin „zaburzenia świadomości” (w zawężonym znaczeniu) obejmuje: śpiączkę, stan niereaktywnej przytomności oraz stan minimalnej świadomości. Dwa ostatnie nierzadko są mylone z zespołem zamknięcia.

Półśpiączka

Współczesna neuropsychologia wyróżnia w zjawisku świadomości dwie składowe: przytomność, rozumianą jako poziom aktywacji układu siatkowatego pnia mózgu, oraz świadomość treści – świadomość „czegoś”, wiążącą się z percepcją otoczenia i samego siebie. Przytomność można stopniować (senność, półśpiączka, śpiączka), podobnie jak poziom świadomości treści. Obydwa komponenty są ze sobą ściśle powiązane (choć istnieją odstępstwa, np. doświadczenia sennie przy niskim poziomie przytomności).

Przyczyną śpiączki jest zakłócenie funkcjonowania grupy komórek nerwowych pnia mózgu lub rdzenia kręgowego. Osoba przebywająca w śpiączce nie wykazuje oznak przytomności, nie otwiera oczu, nie reaguje na bodźce bólowe (np. ucisk palca lub delikatne ukłucie), jej reakcje ruchowe są bezcelowe. Choć organizm może samodzielnie podtrzymywać podstawowe funkcje życiowe (oddychanie, spontaniczną akcję serca, termoregulację), uważa się, że osoba w śpiączce nie jest świadoma siebie ani otaczającego ją świata. Stan ten najczęściej trwa krócej niż miesiąc i jeśli pacjent nie odzyskuje świadomości w pełni, to na ogół dochodzi do przejścia w stan niereaktywnej przytomności lub minimalnej świadomości.

Osoba znajdująca się w stanie niereaktywnej przytomności może mrugać powiekami w odpowiedzi na zagrożenie lub odwracać głowę w kierunku docierającego dźwięku, lecz nie komunikuje się z otoczeniem. Dominują u niej reakcje automatyczne, pojawiają się grymasy, śmiech, płacz, które nie wydają się zaplano-



THUY HA BICH / PIXABAY

wane. Obecne są oznaki przytomności – przynajmniej częściowy powrót rytmu snu i czuwania, objawiający się spontanicznym otwieraniem oczu. Uważa się, że pacjent pozostaje nieświadomy siebie i otoczenia, nawet w trakcie czuwania. Ów stan może trwać latami, spędzonymi pod opieką najbliższych lub w specjalistycznych klinikach (w Polsce jedną z nich jest Budzik, w której murach zostało wybudzonych ponad 40 dzieci).

W stanie minimalnej świadomości, poza wysokim poziomem pobudzenia organizmu, pacjenci wykazują oznaki świadomości treści. Pojawiają się przejawy powracającej świadomości i próby świadomego kontaktu z otoczeniem w postaci minimalnych sygnałów – drobnych gestów, zmian wyrazu twarzy, prostej formy kontaktu słownego. Reakcje emocjonalne i intencjonalne zachowania zachodzą adekwatnie do kontekstu sytu-

acji. Pacjent skupia wzrok na przyciągającym uwagę przedmiocie, wodzi za nim oczami, a może nawet chwytą go i używa zgodnie z przeznaczeniem. Blisko jedna trzecia osób w tym stanie odzyskuje pełną świadomość w ciągu kilkunastu tygodni, a po roku funkcjonuje już samodzielnie.

Zespół zamknięcia dotyczy pacjentów, którzy przejawiają pełną świadomość, lecz nie są w stanie wykonywać żadnych lub prawie żadnych ruchów, co uniemożliwia

→ komunikację z otoczeniem. W ich organizmach zostały uszkodzone struktury odpowiedzialne za przesyłanie informacji z mózgu do rdzenia kręgowego. Klasyyczny stan zamknięcia ogranicza możliwości ruchowe wyłącznie do ruchów oczu i powiek. Pozwalają one jednak na nawiązanie kontaktu ze światem, a nawet napisanie książki (jak Jean-Dominique Bauby, którego książka, dzięki 200 tysiącom mrugnięć, ukazała się pod tytułem „Uwięzieni we wnętrzu – Motyl i skafander”). Całkowity zespół zamknięcia pozbawia pacjenta wszelkiej możliwości aktywności ruchowej oraz komunikacji.

Mózg w maszynie

Poza próbującymi wzniesić zamęt filozofami trudno spotkać człowieka odmawiającego świadomości innym, aktywnie komunikującym się ludziami. Naturalnie wnioskujemy o świadomości z zachowania. Bezpośrednią metodą umożliwiającą wgląd w inne umysły nie dysponujemy.

Personel medyczny oraz naukowcy starają się docierać do umysłu pacjentów za pośrednictwem wszystkich zmysłów, próbując wywołać odpowiedź na dostarczane bodźce. Coraz częściej stosuje się opublikowaną dekadę temu poprawioną Skalę Wychodzenia ze Śpiączki (*Coma Recovery Scale-Revised*), która niedawno doczekała się polskiej wersji językowej (przygotowanej przez zespół doktora Marka Bindera z Instytutu Psychologii Uniwersytetu Jagiellońskiego). Sprawdza ona zdolności słuchowe, wzrokowe, językowe, sprawność ruchową, reakcje bólowe, a także ogólny poziom pobudzenia.

Brak reakcji pacjenta może wynikać z ciągłych zmian poziomu przytomności typowych dla stanu minimalnej świadomości, albo z zaburzeń zdolności ruchowych lub językowych. Gdy ani ruch, ani język nie pozwalają nawiązać kontaktu, jak rozróżnić, czy dana osoba jest zdolna do myślenia i udzielenia odpowiedzi?

Aby zmniejszyć ryzyko postawienia błędnej diagnozy poprzez obserwację samego zachowania, zaproponowano wykorzystanie metod neuroobrazowania. Dokonuje się obrazowania aktywności mózgu pacjenta – w spoczynku lub wywołanej wykonywaniem przez niego różnorodnych zadań. Mogą one dotyczyć pasywnej percepcji bądź wymagać zaangażowania w wykonanie czynności, o której wiemy, że zazwyczaj towarzyszy jej świadomość (np. interpretacji mowy). Następnie po-

Trudno wyobrazić sobie bardziej niszczącą formę izolacji społecznej niż niemożność zakomunikowania, że jest się świadomym.



THUY HA BICH / PIXABAY

Powrót z szarej strefy do barwnego świata może częściowo zachodzić poprzez zmianę postawy wobec osób z zaburzeniami świadomości.

równuje się rezultaty pomiaru aktywności mózgu pacjenta z aktywnością obserwowaną w mózgu zdrowych osób.

Obrazowanie pracy mózgu wywarło niemały wpływ na pojmowanie stanu pacjentów, równocześnie ujawniając złożoność problemu oszacowania stanu ich świadomości. Ale czy wykorzystanie neuroobrazowania może prowadzić do adekwatnej oceny stanu świadomości? W końcu jakie procesy mózgowe świadczą o świadomości jednostki? Założenie, że wyższe procesy poznawcze (np. myślenie, podejmowanie decyzji) nie mogą zachodzić nieświadomie, ma charakter intuicyjny. Potwierdzają tę intuicję liczne sytuacje dnia codziennego. Każdego dnia wykonujemy jednak wiele skomplikowanych, lecz automatycznych czynności, takich jak jazda na rowerze albo pisanie. Osoby z zaburzeniami świadomości nierzadko wykazują oznaki uczenia się prostych czynności ruchowych, ale tego typu uczenie może przebiegać w sposób nieświadomiony. Dowodem na rzecz świadomości nie może być również reakcja ruchowa, gdyż nieświadomiane bodźce mogą wywoływać również automatyczne odpowiedzi ruchowe. Wykryta aktywacja mózgu pod wpływem percepcji słów nie oznacza jeszcze ich rozumienia, które wydaje się być warunkiem niekoniecznym, ale wystarczającym, aby określić kogoś świadomym. Podobnie nie odmawia się świadomości osobom, które utraciły zdolność formowania nowych wspomnień, tak samo jak brak pamięci marzenia sennego na jawie nie oznacza, że go nie było.

Analogicznie jest z bólem. Mechanizmy percepcji bodźców bólowych mogą przetrwać nawet poważne uszkodzenia mózgu, podczas których uległy zaburzeniu wyższe procesy umysłowe, takie jak pamięć robocza czy uwaga. Choć punktem odniesienia badań świadomości pacjentów są doświadczenia dostępne zdrowym osobom, należy również uwzględnić możliwość, że percepcja pacjentów przebiega w odmienny sposób. Posiadanie pojęcia „ja” wydaje się stanowić warunek świadomego doświadczenia. Można zatem teoretyzować, że niektórzy pacjenci doświadczają bólu, ale nie cierpienia. Podobnie jak świadomość, samoświadomość nie musi być jednak postrzegana w sposób binarny. Nie każde doświadczenie uwzględnia taki sam stopień samoodniesienia. Nawet jeśli pacjenci nie są w pełni samoświadomi,

mogą przejawiać uproszczoną formę samoświadomości, która spaja treść ich umysłów. Stąd doświadczenia pacjentów mogą wymykać się klasyfikacjom tworzonym na podstawie funkcjonowania zdrowego człowieka. A z samego faktu, że określona aktywność mózgową jest skorelowana z pojawieniem się świadomego doświadczenia u grupy zdrowych osób, nie wynika, że podobna aktywność powinna towarzyszyć świadomemu doświadczeniu osób, które doznały urazu mózgu. Czasami jednak są one porównywalne.

Odyseja w głąb umysłu

W 2006 r. zespół brytyjskiego neuronaukowca, Adriana Owena, zaproponował spektakularną metodę umożliwiającą osobom w minimalnym stanie świadomości komunikację za pośrednictwem wyobrażeń. Wykorzystano w niej wiedzę na temat umiejscowienia rejonów odpowiedzialnych za wyobrażanie określonych treści, uzyskaną w badaniach na zdrowych osobach. W metodzie tej pacjentowi zadaje się pytania i prosi go, aby wyobrażał sobie np. grę w tenisa, gdy chce odpowiedzieć „tak”, a przechadzkę po własnym domu, gdy chce zaprzeczyć. Ponieważ podczas wyobrażania gry w tenisa dochodzi do aktywacji odmiennych obszarów mózgowych niż w trakcie wyobrażania przemieszczania się po domu, sygnały docierające z mózgu ujawniają, czy osoba jest świadomie zaangażowana w udzielanie odpowiedzi. Odpowiedni dobór zadawanych pytań pozwala zweryfikować, czy pacjent zachowuje wspomnienia, odczuwa ból, przejawia wolę życia.

Każdy pacjent charakteryzuje się specyficznym uszkodzeniem mózgu i może wymagać zastosowania odmiennych metod komunikacji niż inni. Metoda Owena może też nie być wystarczająco dokładna, aby wykryć obecność prostszych świadomych doświadczeń. Możliwe, że współczesna nauka nie dysponuje jeszcze odpowiednią metodą, umożliwiającą nawiązanie kontaktu z otoczeniem pozostałym pacjentom z diagnozą stanu niereaktywnej przytomności.

Pomiędzy życiem a śmiercią, umysłem a mózgiem, osobą a ciałem, rozciąga się szara strefa. Być może najbardziej adekwatną i prawdopodobnie też jedyną właściwą postawą wobec osób z zaburzeniami świadomości jest traktowanie ich, jak gdyby nie utraciły umiejętności rozumowania. Zastosowanie metody Owena

pozwoło wykryć ślady świadomości u 15-20 proc. pacjentów, przy których diagnozie tradycyjne metody obserwacji zachowania wskazywały na jej nieobecność.

To właśnie Owen był lekarzem, który otrzymał list od Kate. Eksplorację szarej strefy oraz proces stawiania się najsympliczniejszym specjalistą w zakresie zaburzeń świadomości opisał on w niedawno wydanej książce „Mózg. Granica życia i śmierci”.

Fizykalizm w twardej oprawie

Pisana na styku zagadnień nauki, prawa, filozofii, medycyny, etyki i religii książka Owena to amalgamat sytuacji i przemyśleń zaczerpniętych z prywatnego życia autora oraz jego pacjentów. Owen analizuje lata spędzone na podejmowaniu prób dotarcia do cudzych umysłów. Poświęca liczne strony opisom tego, jak to jest być pacjentem, jego bliskim oraz obserwatorem, który zmaga się z problemem bezrefleksyjnej interpretacji braku kontaktu ze strony pacjenta. Satysfakcja z przypadków odszukania w bezwładnych ciałach ich właścicieli miesza się z frustracją, wywołaną obserwacją losu zdecydowanej większości pacjentów, którzy nigdy nie powrócili do zdrowia. Zwraca też uwagę, że spomiędzy głosów przedstawicieli ruchów domagających się prawa do życia i przedstawicieli ruchów domagających się prawa do umierania, warto próbować usłyszeć opinię pacjenta.

Doświadczasz tego, na co pozwala szarobiały kłęb komórek, otoczony czaszką. Sprawność jego funkcjonowania warunkuje, jak szybko formułujesz myśli, reagujesz na swoje imię, doświadczasz własnego istnienia.

To on codziennie daje i odbiera ci doświadczenie, zna każdą z twoich myśli, stwarza obraz świata i siebie. Możemy zastąpić każdy inny narząd, pozostając sobą, ale bez mózgu jesteśmy tylko wspomnieniem zakodowanym w komórkach pozostałych mózgow. Wykorzystanie metod neuroobrazowania pozwala uzyskać dostęp do odległego, subiektywnego świata drugiej osoby.

Ich rozwój może zapewnić środowisku naukowo-medycznemu udoskonalone metody diagnozy i prognozy, a rodzinom pacjentów – bardziej adekwatny wgląd w stan bliskich. Przede wszystkim zaś metody te mogą zwrócić pacjentom podmiotowość poprzez uświadomienie im, że zostali usłyszani. Wagę tego oddają słowa wypowiedziane po powrocie do zdrowia

przez jedną z pacjentek: „W tym momencie przestałam być ciałem, a na nowo stałam się osobą”.

Trudno wyobrazić sobie bardziej niszczącą formę izolacji społecznej niż niemożność zakomunikowania, że jest się świadomym. Powrót z szarej strefy do barwnego świata może częściowo zachodzić poprzez zmianę postawy wobec osób z zaburzeniami świadomości. Właściwa diagnoza bezpośrednio nie przekształca tkanki mózgowej, zmienia natomiast podejście do pacjenta, co niezaprzeczalnie oddziałuje na jego samopoczucie. Uraz pozbawia kontroli nad życiem. Może wrzucić człowieka w świat, w którym każda czynność jest wykonywana przez kogoś innego. Oddanie owej kontroli właścicielom ciał Owen uważa za swój naukowy cel. Aktualnie skłania go to do wspomagania rozwoju badań nad interfejsami mózg–komputer, które umożliwiają komunikację wykorzystującą połączenie między mózgiem a zewnętrznym urządzeniem.

Bez zbędnego angażowania wyższego porządku Owen opisuje ciągi zdarzeń wpływających na kształtowanie się indywidualnych życiowych dziejów, a wraz z nimi istotnej części historii empirycznych badań nad świadomością. Często odnosi się do własnych doświadczeń i przemyśleń. W końcu, gdyby nie wypadek, którego doznała jego była narzeczona, świadomość najprawdopodobniej nie stałaby się centralnym zagadnieniem jego pracy naukowej. Nie przypominałby nam, jakim przywilejem jest płynny ruch, niezaburzony oddech, wypowiedzanie słów, ostre postrzeżenie.

Zaburzenia świadomości nie są zjawiskiem z cudzego, subiektywnego świata, są obecne tu i teraz, przez co wymagają naszej słownej i czynnej reakcji. Być może świadomość osób, które uniknęły urazów mózgu, pozwoli poprawić komfort życia tych, których los potraktował mniej łaskawie.

© JUSTYNA HOBOT, MICHAŁ WIERZCHOŃ

JUSTYNA HOBOT jest neurobiologiem, doktorantką w Instytucie Psychologii UJ, pracuje w Laboratorium Badań Świadomości.

DR HAB. MICHAŁ WIERZCHOŃ jest psychologiem poznawczym, dyrektorem Instytutu Psychologii UJ i kierownikiem Laboratorium Badań Świadomości (www.c-lab.pl). Autor monografii „Granice świadomości. W poszukiwaniu poznawczego modelu subiektywności” (2013).



DOMENA PUBLICZNA

Elektroencefalografia (EEG)

Pierwszy zapis EEG człowieka, przedstawiony w 1924 r., zawdzięczamy Hansowi Bergerowi (na zdjęciu). EEG to nieinwazyjna metoda, polegająca na rejestracji zmian potencjału elektrycznego na powierzchni głowy, będących efektem aktywności dużych populacji neuronów. Do badań stosuje się zestaw elektrod. Przy pomocy EEG możliwe jest śledzenie spontanicznej aktywności mózgu z bardzo dobrą rozdzielczością czasową. Wnioskować można np., w jakiej fazie snu znajduje się badana osoba.

Aparaturę EEG można też wykorzystać do rejestracji tzw. potencjałów wywołanych (ERP), czyli fal, które skojarzone są z określonymi typami bodźców. Używając EEG w latach 80. XX w. Benjamin Libet wywołał burzliwą dyskusję dotyczącą wolnej woli: uczestnicy jego eksperymentu mieli w dowolnej chwili nacisnąć przycisk i zapamiętać dokładny czas podjęcia decyzji. Libet, analizując zapis EEG, był w stanie przewidzieć moment podjęcia decyzji kilkaset milisekund wcześniej, niż osoby badane dokonały świadomego wyboru.

Cechującą się lepszą rozdzielczością czasową, ale zarazem inwazyjna wersja EEG nazywana jest elektrokortykografią (ECoG). Metoda ta polega na umieszczeniu elektrod bezpośrednio na powierzchni kory mózgowej.

© MH

Człowiek, który barwił neurony

MACIEJ DULEWICZ

Przez ponad dwieście lat delikatna, błada tkanka mózgu opierała się badaczom. Trzeba było podwójnej wrażliwości malarza i naukowca, aby osiągnąć tajemnicę jej budowy mikroskopowej.

Trudno dzisiaj wyobrazić sobie, że mózg jest jednorodną, zbitą i nierozłączną masą – tak przyzwyczajeni jesteśmy do obrazu tkwiącej w naszych głowach sieci delikatnych, nitkowatych neuronów. Jednak jeszcze pod koniec XIX wieku, dwieście lat po wynalezieniu mikroskopu i pierwszej obserwacji komórek, wciąż nie było jasne, jak wygląda mózg w skali mikroskopowej. Trzeba było naukowca-artysty, jakim był pochodzący z hiszpańskiej Nawarry Santiago Ramón y Cajal (1852–1934), aby dać początek współczesnej neurobiologii.

Młody Cajal chciał zostać malarzem. Ojciec, lokalny chirurg, widział w nim jednak przyszłego szewca lub fryzjera, bo taki zawód dałby temu krnąbrnemu chłopcu niezbędną dyscyplinę. Wszystko potoczyło się jednak inaczej, gdyż w wieku kilkunastu lat Santiago się zmienił. Podobno pod wpływem wypraw na cmentarze w poszukiwaniu ludzkich kości z ekshumowanych grobów, które ojciec kazał mu następnie pieczołowicie przerysowywać. Ostatecznie trafił na studia medyczne, jednak nigdy nie porzucił pasji do malowania.

W 1873 r., zaraz po ukończeniu medycyny, Cajal przywdział wojskowe kamasze i jako oficer medyczny został wysłany na Kubę, na której trwała właśnie wojna dziesięcioletnia – pierwszy zryw militarny Kubańczyków pragnących uwolnić się spod panowania Hiszpanów. Schorowany i doświadczony ludzkim cierpieniem, młody medyk wkrótce powrócił do ojczyzny. Po odzyskaniu sił rozpoczął akademicką karierę. W 1875 r. został profesorem pomocniczym anatomii na Uniwersytecie w Saragossie. Za pieniądze odłożone z wojskowego żołdu kupił mikroskop do prowadzenia badań na tkankach.

Czarna reakcja

Badania rozpoczął od przyjrzenia się strukturze włókien mięśniowych i reakcji zapalnych organizmu. Zanim całkowicie poświęcił się badaniom mózgu, odkrył i opisał komórki, dzisiaj nazywane komórkami śródmiąższowymi Cajala. Znajdują się one w obrębie błony mięśniowej ścian jelit. Pełnią funkcję przekaźnikową transmisji nerwowo-motorycznej, a niektórzy uważają je za swoisty „drugi mózg”. Dzięki odkryciom Cajalego oraz późniejszym badaniom wiadomo, że nasze jelita są bardzo unerwione (zawierają ok. 200 mln neuronów) i poprzez włókna nerwu błędnego połączone z ośrodkowym układem nerwowym.

Zasłynął również badaniami nad cholera. Przez rząd Saragossy i Uniwersytet w Walencji został nagrodzony (w 1885 r.) najnowszym mikroskopem Zeissa – rolls-royce'em wśród ówczesnych przyrządów optycznych. Ten sprzęt umożliwił mu jeszcze dokładniejsze badania neuronów.

W tamtych czasach były to wyjątkowo „kapryśne” dla badaczy komórki. Problem z prowadzeniem na nich badań polegał na odpowiednim wybarwieniu i utrwaleniu preparatu, tak aby neurony stały się widoczne. Około 60 lat wcześniej z podobnym wyzwaniem borykała się fotografia. Z pomocą Cajalowi przyszedł jego znajomy, psychiatra dr Lacabra, pasjonat histologii i badań mikroskopowych. Zaprezentował mu skrawek mózgu wybarwiony i utrwalony przez Camillo Golgiego. Ten włoski uczonec wynalazł tę technikę w 1872 r. – 14 lat przed tym, jak dowiedział się o niej Cajal.

Metoda Golgiego przypominała trochę wywoływanie i utrwalanie zdjęć w dawnych technikach szlachetnych. Niewykluczone, że Golgi zainspirował się fotografią. Pokrycie papieru światłoczułą emul-

sją zawierającą azotan srebra jest jednak znacznie prostsze niż nasączenie nią mózgu. Kluczem do właściwego wybarwienia neuronów było długie przepajanie tkanki, najpierw przez dwa dni formaldehydem, a następnie przez kolejne dwa dni azotanem srebra. Niestety, nie wszystkie neurony można było łatwo wybarwić. Do końca nie wiadomo, dlaczego tylko na błonach lipidowych niektórych neuronów chromian srebra ulega krystalizacji, powodując zabarwienie na czarno. Analogicznie jak w przypadku naświetlania papieru pokrytego światłoczułą emulsją – pod wpływem światła związek ten zaczyna ciemnieć. Zafascynowany Santiago bez reszty poświęcił się badaniom z wykorzystaniem tej techniki. Pobierał próbki tkanek od różnych zwierząt i ludzi. „Czarna reakcja” była techniką mało stabilną chemicznie, a co za tym idzie, przysparzała wielu frustracji badaczom.

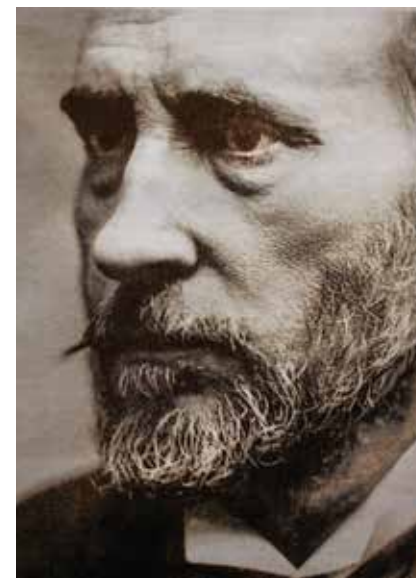
W tym czasie ośrodek badawczy włoskiego wynalazcy bardzo pręźnie się rozwijał. Golgi mógł poszczycić się także sukcesami swoich podopiecznych. Jeden z nich, Adelich Negri, odkrył okrągłe ciała występujące w cytoplazmie neuronów okolicy hipokampa u chorych na wściekliznę (dzisiaj nazywane ciałkami Negriego).

Włoski wynalazca zapisał się na zawsze w historii anatomii jako odkrywca aparatu Golgiego (1898) i neuronów Golgiego typu I i II. Część badaczy kwestionowała istnienie aparatu Golgiego, sądząc, że jest to artefakt związany z techniką barwienia. Dopiero w 1956 r. za pomocą mikroskopu elektronowego udało się potwierdzić tezy włoskiego histologa. Komórki pierwszego typu – nazywane neuronami projekcyjnymi – charakteryzują się bardzo długimi aksonami, dzięki którym komunikują się z oddalonymi strukturami jak np. jądra mózdzku. Neurony typu drugiego mają lokalne rozgałęzienia dendrytyczne, tak że komunikują się tylko z najbliższymi komórkami.

Co ciekawe, Golgi uważał jednak, że mózg jest monolitem, zbudowanym wprawdzie z komórek, ale ściśle z sobą połączonych. Nawet jak na tamte czasy był to niecodzienny pogląd.

Doktryna neuronowa

Cajal bardzo rzadko podróżował i tylko raz wybrał się na kongres naukowy, aby porównać swoje obserwacje z badaniami innych znanych anatomów. Jego wyjazd



ALBUM / ORONOZ / EAST NEWS

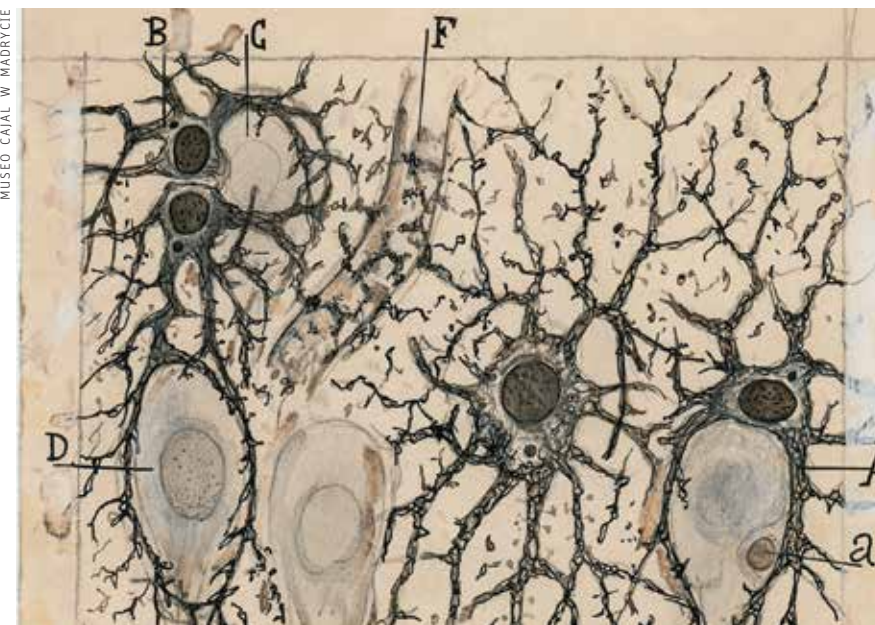
Santiago Ramón y Cajal (1852–1934).

do Berlina okazał się bardzo owocny. Spotkał tam m.in. niemieckiego badacza Wilhelma Waldeyera-Hartza. W publikacji niemieckiego badacza (1891) po raz pierwszy pojawiło się określenie „neuron”, a wędług zaproponowanej przez niego „doktryny neuronowej” mózg również składa się z niezależnych komórek nerwowych. Jego hipotetyczne rozważania – ku radości obu naukowców – znalazły potwierdzenie w niezależnych badaniach Cajala. Nie brakowało też głosów sprzeciwu i po wątpiewania. Niedokładna wówczas technika barwienia budziła kontrowersje co

do tego, co jest artefaktem, a co faktycznie istniejącym obiektem.

Cajal wszystko bardzo skrzętnie notował i rysował. Wiele rysunków zostało sporządzonych z niesamowitą pieczołowitością. Był też wielkim pasjonatem fotografii, za pomocą której starał się dokumentować swoją pracę. Próbował też tworzyć mikrografie wybarwionych komórek. Tylko jak najlepiej pokazać miejsca, w których stykają się ze sobą sąsiednie neurony? Czy one faktycznie łączą się ze sobą w sposób ciągły? Cajal intuicyjnie pojął, że nie są to twory ściśle z sobą połączone, lecz są odrębnymi komórkami. Dziś wiemy, że łączą się one ze sobą dzięki synapsom, chemicznym lub elektrycznym. Do komunikacji dochodzi w szczelinie synaptycznej przy udziale neurohormonu lub impulsu elektrycznego. W tamtych czasach nie istniały jeszcze na tyle dokładne mikroskopy, metody barwienia czy mikroelektrody pozwalające zaobserwować proces komunikacji, jednak Cajal przewidział, że transmisja sygnału dokonuje się na niewielkiej odległości między komórkami, a impuls musi wychodzić z ciała komórkowego w stronę innej komórki poprzez akson. Dziś wiemy, że dokonuje się to za sprawą polaryzacji błony komórkowej neuronów, czyli występowania w każdym jej obszarze wyróżnionego kierunku, w którym może przemieszczać się sygnał. Kwestia połączeń pomiędzy →

Drobiazgowy rysunek Cajala przedstawiający budowę komórek hipokampa mózgu człowieka trzy godziny po jego śmierci



MUSEO CAJAL W MADRYCIE

→ neuronami na zawsze poróżniła Cajala z Golgim.

Pomimo tych diametralnych różnic obaj naukowcy otrzymali Nagrodę Nobla (1906) w dziedzinie medycyny i fizjologii. Ceremonia wręczenia nagród była dla obu nagrodzonych pierwszą w życiu okazją, aby spotkać się osobiście. Uroczysty wykład rozpoczął włoski uczone. Był bardzo sceptyczny względem tezy Cajala dotyczącej komunikacji neuronalnej i „doktryny neuronowej”. Ku zaskoczeniu wszystkich w swoim przemówieniu starał się wykazać braki w twierdzeniach powszechnie już panującej doktryny. Cajal w swoim wykładzie nie odniósł się do kontrreferatu. Skupił się głównie na tym, co udało mu się odkryć, oraz wnikliwie przedstawił eksperymentalną ścieżkę, którą doszedł do swoich wyników. Po zakończonych wykładach obaj panowie nigdy więcej się nie spotkali.

Dziś wiemy, że to Cajal miał rację, a wiele jego intuicji wytyczyło kierunek badań neuronaukowych. Trudno jest wyrokować, czy to zmysł artystyczny, czy intuicja naukowa w większym stopniu pomogły mu w dokonaniu przełomowych odkryć. Pozostawił po sobie wiele znakomitych świadectw, że posiadał jedno i drugie. W madryckim muzeum można podziwiać 3000 preparatów, 1756 szkiców i rysunków, 2773 fotografie i mikrofotografie autorstwa Cajala. Emil Holmgren, szwedzki histolog, który na zlecenie Komitetu Noblowskiego przygotował 50-stronicowy raport na temat Golgiego i Cajala, dał w swojej opinii pierwszeństwo temu drugiemu. „Cajal nie przysłużył się nauce – głosi ów raport – korygując obserwacje dokonywane przez innych (...) albo dodając tu i ówdzie ważne obserwacje do całości kształtu wiedzy, lecz poprzez opracowanie niemal w całości podstaw naszego myślenia [o tkance nerwowej]”. Największym dokonaniem Cajala było zaś, jak twierdził Holmgren, nie tyle samo zaobserwowanie nowych struktur anatomicznych, ile przede wszystkim umiejętność zinterpretowania i zrozumienia tego, co widzi. ©

MACIEJ DULEWICZ ukończył studia neurobiologiczne na Uniwersytecie Jagiellońskim. Zajmuje się neuroestetyką.

Elektryczne zaby

ŁUKASZ KWIATEK

Luigi Galvani jako pierwszy wykazał, że neurony przewodzą prąd. Był to ważny etap na drodze do wypędzenia z mózgu eterycznego ducha.

WXVII w. stara, sięgająca jeszcze Arystotelesa i Hipokratesa teoria humoralna nareszcie umierała – choć nie poddawała się bez walki. W odrzuceniu przekonania, że procesy umysłowe i zachowanie związane są z poziomem i przepływem czterech fluidów (humorów) w organizmie: krwi, żółci, czarnej żółci oraz flegmy, dużą rolę odegrały badania układu krwionośnego, zwłaszcza ustalenie przez Williama Harveya, że pompowana przez serce krew krąży po ciele w obiegu zamkniętym.

Upadek przestarzałych koncepcji zrobił miejsce na nowe wyjaśnienia procesów umysłowych. Podwaliny pod taką teorię położył Thomas Willis (1621-75). Czas jego studiów medycznych przypadł na lata rewolucji Cromwella, a o ludzkiej anatomii więcej niż z nielicznych wykładów w przeobrażonym na garnizon wojskowy Uniwersytecie Oksfordzkim dowiedział się dzięki dostępowi do zwłok osób poległych w walkach lub straconych na szubienicy. Pod jego skalpel trafiały także najróżniejsze zwierzęta, wliczając w to skorupiaki, które – jak zauważa Stanley Finger, historyk neurobiologii – wzbudzały zainteresowanie innych anatomów tylko o tyle, o ile podawano im je w zupie rybnej.

Z czasem Willis zdał sobie sprawę z tego, jak mizerny był ówczesny poziom znajomości budowy mózgu i jak niedokładne opisy stworzyli jego poprzednicy. Zabrał się więc za wnikliwie studia anatomiczne, ukuł kilka do dziś używanych terminów, jak „płat”, „półkula” czy „ciało prążkowane”, a także powiązał (czasem w oparciu o badania *post mortem* ludzi wykazujących różne deficyty) niektóre funkcje poznawcze z konkretnymi częściami mózgu.

Niektóre jego pomysły były chybione – twierdził np., że okolice czołowe i skroniowe związane są z pamięcią, ponieważ ludzie pocierają te części głowy, gdy próbują coś sobie przypomnieć. Ale uznał

też, że struktury znajdujące się w mózgu wyżej muszą odpowiadać za specyficzne zdolności bardziej rozwiniętych gatunków, podczas gdy partie ulokowane głębiej, bardzo podobne u wszystkich stworzeń, muszą wiązać się z podstawowymi funkcjami organizmu. Dziś wiemy, że faktycznie tak jest, a dzięki Karolowi Darwinowi rozumiemy dlaczego.

Duch, fluidy i drgania

Willis zdobywał uznanie nawet u duchownych – nie tylko ze względu na istic ewangeliczny styl życia i zamiłowanie do rozdawania jałmużny. Choć w oczach zwolenników kartezjańskiego dualizmu jego poglądy o ścisłych związkach umysłu i mózgu mogły wyglądać nazbyt materialistycznie, wyróżniał przy tym dwie różne dusze: nieśmiertelną, obecną tylko u ludzi i dla nas nadrzędną, o której rozprawić mogą jedynie teolodzy, oraz występującą także u zwierząt „duszę bydlęcą” (łac. *animus brutum*), która odpowiada za procesy poznawcze i rezyduje w mózgu. Najsilniej zakorzeniona jest u jego sklepienia, w korze, gdzie znajdują się silnie ukrwione skupiska istoty szarej. To dusza bydlęca miała jakoś wprawiać ciało w ruch, regulując skurcze mięśni za pośrednictwem nerwów. Tylko, no właśnie, jak?

Badania dotyczące funkcjonowania nerwów nie dotrzymywały kroku ustaleniom w dziedzinie anatomii mózgu. Jeszcze wielu XVIII-wiecznych uczonych powtarzało za Willisem, że nerwy wydzielają jakiś fluid, który np. łączy się z krwią, doprowadzając do niewielkich „eksplozji”, wywołujących skurcze mięśni. Inna teoria mówiła, że w nerwach, niczym krew w żyłach, krąży eteryczna, duchowa substancja transportująca wrażenia do mózgu i kurcząca mięśnie. Trzecie wyjaśnienie, za którym optował sam Izaak Newton, odwoływało się do drgań, które mogłyby, podobnie jak na strunie gitary, rozchodzić się w nerwach i w ten sposób transportować



– Święty Boże, cóż za wspaniałe zjawisko... Ach, ta urocza dziewczyna za oknem, jakże bym chciał za nią pobiec!
– Mój drogi panie Anglik! Nie wierzysz pan w galwanizm, a wystarczy dwa-trzy szoki i znowu jest pan młodzieniaszek.
Rysunek satyryczny, prawdopodobnie z przełomu XVIII i XIX wieku, na którym bogaty londyński klient uskarżający się na brak libido poddawany jest terapii galwanicznej przez francuskiego wędrownego znachora.

informacje do mózgu. Ale żadnej z tych teorii nie dało się potwierdzić eksperymentalnie.

Jeśli bowiem rozetniemy i ściśniemy mięśnie, to z żadnego nie uleją się resztki fluidu. Jeśli to samo zrobimy w wodzie, to z mięśni nie wydzielą się substancja eteryczna, która mogłaby potwierdzić swoją obecność pojawieniem się bąbelków. Zatem o ile w nerwach faktycznie krąży jakaś tajemnicza substancja, to musi mieć zupełnie inną naturę niż woda czy powietrze. Jaką? Tego nikt nie był w stanie ustalić. Teoria drgań napotyka na jeszcze większe trudności – nerwy nie wyglądają po prostu jak cięciwa łuku czy struna od gitary, na których dobrze rozchodzą się drgania. Jeśli je przeciąć, nie zwiną się, jakby wcześniej były napięte. Wyglądało więc na to, że i ta trzecia uliczka była ślepa.

A może prąd?

Kilkadziesiąt lat po śmierci Willis, w połowie XVIII w. w nauce zapanowała swo-

ista moda na elektryczność. Rozwinęła się zwłaszcza po skonstruowaniu butelki nazywanej od miejsca powstania lejdejską, będącej prostym kondensatorem – czyli urządzeniem zdolnym gromadzić ładunek elektryczny. Była to zwyczajna butelka pokryta warstwą metalu i wypełniona w środku wodą, w której zanurzony był miedziany drut wychodzący przez kork umieszczony w szyjce butelki. Naładowane urządzenie można było spektakularnie rozładować – np. rażąc prądem trzymających się za ręce ludzi, którzy podskoczyły równocześnie, gdy tylko zamknięty zostanie obwód i prąd popłynie.

Pochwycony w butelce lejdejskiej prąd kusił do eksperymentowania również lekarzy i samozwańczych uzdrowicieli. John Wesley, reformator religijny, założyciel kościoła metodystów i amatorski medyk, zalecał w przypadku sparalizowanej ręki stosowanie terapii prądowej raz dziennie przez trzy miesiące. W swojej książce „*Primitive Remedies*” wymienił

łącznie prawie 300 medycznych przypadłości, które mogłyby być leczone w ten sposób. W zasadzie taka terapia nie była czymś całkowicie nowym w historii medycyny – już w starożytnym Egipcie i Rzymie lekarze przykładali bowiem cierpiącym na bóle głowy pacjentom wytwarzające prąd ryby, z którymi kontakt miał przynosić ulgę.

Trudno się więc dziwić pojawieniu się w takim okresie sugestii, że prąd może mieć coś wspólnego z działaniem nerwów. Choć jeśli tak miało być naprawdę, to dlaczego prąd posłusznie krążył w samych nerwach, a nie przemieszczał się do sąsiadujących tkanek? Wielu uczonych sądziło więc, jak pisze Finger, że elektryczna butelka pomaga pacjentom, ponieważ przechodzący przez ciało prąd przyspiesza wydzielanie przez nerwy fluidów lub ułatwia przemieszczanie się przez nie eterycznego ducha. Potrzeba było dopiero eksperymentów Luigiego Galvaniego, przeprowadzonych →

→ w końcówce XVIII w., by tego ducha z nerwów wyegzorcyzmować.

Prawdziwy fluid nerwów

Całe życie związany z Bolonią i pracujący na tamtejszym uniwersytecie, Luigi Galvani był jednym z tych badaczy, którzy dali się porwać modzie na elektryczność w latach 70. XVIII w. W 1791 r. opisał kilka przełomowych eksperymentów, które miały dowodzić, że to prąd faktycznie jest długo poszukiwanym fluidem układu nerwowego.

Nieco wcześniej naukowcy wzięli pod skalpel wytwarzające prąd ryby. Johnowi Wellshowi udało się nawet udowodnić, że generują one taki sam prąd jak ten, który gromadzi się w butelce lejdejskiej (zdolny wywołać iskrę, jeśli do ryby przytkniemy pasek metalowej folii, w którym wykonamy minimalne nacięcie i zamkniemy obwód – wówczas płynący prąd przeskoczy z jednego kawałka folii do drugiego, co można zaobserwować w ciemnym pomieszczeniu). Ciągle to nie był jednak dowód na to, że taki sam prąd płynie w nerwach – tym bardziej u tak różnych od ryb ssaków.

Przełom nastąpił dzięki Galwanemu. Pewnego razu jeden z jego asystentów zbliżył do nerwu udowego wypręparowanej żaby metalowy skalpel, który trzymał w pobliżu maszyny wytwarzającej napięcie, dzięki czemu z czubka noża spływała niewielka ilość ładunku elektrycznego. Noga żaby drgnęła, podczas gdy tą samą metodą nie dało się pobudzić tkanki mięśniowej. Galvani uznał, że po pobudzeniu nerwu sygnał wędruje w nim samoistnie wskutek własnej aktywności elektrycznej organizmu. „Fluidem” nerwów musi więc być elektryczność.

W kolejnych wersjach eksperymentu człowieka ze skalpelem zastępowały metalowe przewody, zaś maszynę generującą prąd – m.in. piorunochron. Galvani dowiódł w ten sposób, że elektryczność błyskawicy, butelki lejdeljskiej i zwierzęcych nerwów ma tę samą naturę. Jego siostrzeniec i współpracownik, Giovanni Aldini, wkrótce później zasłynął pokazami, na których przykładał prąd do mózgu wołu, co wprawiało w ruch usta, uszy czy oczy zwierzęcia, a nawet wywoływaniem w ten sam sposób różnych reakcji mimicznych na... twarzach świeżo zgilotynowanych skazańców.

Jak odnotował XIX-wieczny neurofizjolog Emil du Bois-Reymond, eksperymenty

Galwaniego wywołały burzę w świecie naukowym, otwierając drogę do nowoczesnych badań fizjologii układu nerwowego. Pomogły zwłaszcza pogrzebać sięgające starożytności koncepcje fluidów, czy ducha, przeciskających się przez wnętrza nerwów. Zanim jednak się to stało, ich autor musiał zmierzyć się z krytyką jednego ze swoich rodaków – innego wielkiego badacza elektryczności, Alessandra Volty.

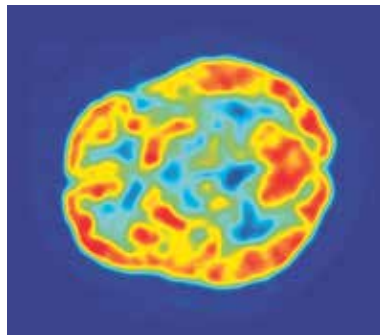
Kłamstwo wykryte

Volta, profesor na Uniwersytecie w Pawii, nie był przekonany, że eksperymenty Galwaniego naprawdę dowodzą występowania w nerwach „własnego” prądu elektrycznego. Uważał, że za każdym razem prąd został dostarczony z zewnątrz, np. z metalowego pręta lub noża. W odpowiedzi Galvani przeprowadził eksperymenty, w których całkowicie wykluczył pozabiologiczne źródła elektryczności – np. przecinał rdzeń kręgowy żaby i odciętą końcówkę przykładał do nerwu, co także wywoływało drganie mięśni.

Polemika z Galwanem, choć przegrana przez Voltę, doprowadziła tego drugiego do skonstruowania baterii – tzw. ogniwa Volty, które w krótkim czasie podbiło przemysł i badania nad elektrycznością metali. To on ukuł także termin „galwanizm”, którym zaczęto określać zjawiska przewodnictwa elektrycznego w ciałach zwierząt, a wspomniany Bois-Reymond w połowie XIX w. skonstruował galwanometr – urządzenie do mierzenia tego przewodnictwa. Dziś zmianę oporu elektrycznego skóry pod wpływem wydzielania potu określa się reakcją skórno-galwaniczną. Może ona świadczyć np. o przeżywaniu emocji i jest jednym z podstawowych zjawisk monitorowanych przez wariografy, czyli „wykrywacze kłamstw”.

Ustalenia Galwaniego i Aldiniego w dziedzinie elektrycznych własności układu nerwowego na dobre zadomowiły się także w kulturze. To właśnie one zainspirowały Mary Shelley, autorkę opublikowanej w 1818 r. książki „Frankenstein, czyli współczesny Prometeusz”, której bohaterem jest człowiek ożywiający zmarłych za pomocą prądu. Jednak aż tak przełomowy eksperyment nikomu się jeszcze nie udał. © © ŁUKASZ KWIATEK

Korzystałem m.in. z książki Stanleya Fingera „Minds Behind the Brain. A History of the Pioneers and Their Discoveries” (Oxford University Press, 2000).



JENS MAUS DE / PUBLIC DOMAIN

Emisyjna tomografia pozytonowa (PET)

To metoda, która zapoczątkowała erę neuroobrazowania. Pozwala z dobrą rozdzielczością przestrzenną (rzędu ok. 0,5 mm) wnioskować o aktywności mózgu na podstawie zwiększonego transportu krwi do obszarów zaangażowanych w określone zadanie. Bezpośredniemu pomiarowi podlega promieniowanie emitowane przez wstrzykiwany do krwiobiegu badanej osoby znacznik z radioaktywnym izotopem. W eksperymencie z wykorzystaniem PET Maurizio Corbetta i współpracownicy odkryli, że górne obszary kory ciemieniowej oraz czołowej wykazują zwiększoną aktywność podczas przenoszenia ogniska uwagi. Ten opublikowany w 1993 r. wynik stanowi jedną z podstaw wciąż aktualnej teorii czołowo-ciemieniowej sieci uwagowej. Dziś ze względu na szereg trudności metoda ta nie jest zbyt popularna. Po pierwsze, ponieważ okres połowicznego rozpadu substancji promieniotwórczej jest krótki, przygotowywana musi ona zostać w cyklotronie tuż przed badaniem. Po drugie, ze względu na konieczność jej wstrzyknięcia, metodę tę trudno uznać za całkowicie nieinwazyjną. Wreszcie po trzecie, ze względu na słabą rozdzielczość czasową (czyli częstotliwość uzyskiwania kolejnych obrazów) projektowanie eksperymentów ujawniających funkcjonowanie struktur mózgowych stanowi dla badaczy spore wyzwanie. © MH



Ocellantis, kolonia ośmiornic w zatoce Jervis u południowo-wschodnich wybrzeży Australii.

PETER GODFREY-SMITH

Obca inteligencja

PETER GODFREY-SMITH:

Zaczątki umysłu pojawiły się, zanim życie opuściło morza. Wszystko, co stało się później na lądzie, polegało na udoskonaleniu modelu, który powstał w głębinach.

TOMASZ TARGAŃSKI: Gdy Pan nurkuje i podgląda ośmiornice w naturalnym środowisku, nawiązuje Pan z nimi kontakt?

PETER GODFREY-SMITH: Kiedy jestem z nimi w wodzie, zapominam, że dzielą nas setki milionów lat ewolucji, a im samym bliżej jest do ostrzyg niż do ludzi. Zapominam o tym, ponieważ niezwykle trudno oprzeć się wrażeniu, że są toby na-

prawdę zainteresowane. Chętnie nawiązują kontakt, chcą cię dotknąć. Zwykle zachowują pewien dystans, ale kiedy się zbliżą, wyciągają powoli jedno ramię, by cię „spróbować” – macki ośmiornicy wyposażone są w receptory odpowiedzialne za smak. Zauważyłem też wyraźną różnicę w zależności od tego, czy dotykają gołej skóry, czy rękawicy. Wolą dotyk skóry.

Często ośmiornica próbuje łapać mnie za rękę i pociągnąć za sobą.

Zawsze zadziwiła mnie ich siła – jak na zwierzę wielkości piłki futbolowej, potrafią być bardzo silne.

Jakie przybierają kolory?

Zmiana barw robi wielkie wrażenie. Ich ciała mogą być jasnoszare, by zaraz →



STEPHANIE MITCHELL / PETERGODFREYSMITH.COM

PETER GODFREY-SMITH

(ur. 1965) jest filozofem, profesorem Departamentu Historii i Filozofii Nauki na Uniwersytecie w Sydney. Specjalizuje się w filozofii biologii oraz filozofii umysłu. Autor pięciu książek i kilkadziesiątu artykułów naukowych. Nurkuje, obserwując ośmiornice w naturalnym środowisku. Jego wykonane pod wodą filmy i zdjęcia ukazywały się m.in. w „National Geographic” i „The New York Times” (można je również zobaczyć na jego koncie na Instagramie: www.instagram.com/insta_zoan). Jego ostatnia książka, „Other Minds”, trafiła na listę najlepszych książek naukowych The Royal Society i do dziś doczekała się przekładu na kilkanaście języków. Polski przekład ukaże się jesienią nakładem Copernicus Center Press.

→ potem przejść w ciemny granat, wszystko to dzieje się dosłownie w ciągu sekundy. Wielokrotnie zastanawiałem się, co stoi za tymi erupcjami barw, czy istnieje związek między kolorami a tym, co dzieje się wokół nich? Chciałbym udzielić jednoznacznej odpowiedzi, ale nie mogę. Chromatyka ich ciała pełni różne funkcje, część z nich ma związek z potrzebą szybkiego wtopienia się w tło – ośmiornice są mistrzami kamuflażu. Ale to nie wszystko. Kolorystyka, jaką przybierają, jest tak niesamowita, że bez wątpienia chcą być zauważone. Pytanie, czy celem jest jedynie odstraszenie ewentualnych drapieżników, czy też idzie za tym jakaś informacja?

Myślę, że ta druga ewentualność jest prawdopodobna. Głównonogi nieustannie wysyłają jakieś sygnały, ich ciała wprost nimi buzują. Niektóre mątwy „wyswietlają” na skórze nieprzerwaną feerię barw i kolorów, która nie ma żadnego obiektywnego celu, nie jest też skierowana do kogoś. Interpretuję to więc jako efekt uboczny tego, co dzieje się w ich mózgach. Coś w rodzaju niezamierzonej ekspresji elektrochemicznej burzy lub, mówiąc umownie, wewnętrznej pogawędki, która zachodzi w ich systemie nerwowym.

Ta „pogawędka” jest jednostronna. Głównonogi nie są przesadnie towarzyskie, prowadzą raczej samotniczy tryb życia i nie tworzyły skomplikowanych relacji społecznych.

Tak, mamy tu do czynienia ze swego rodzaju paradoksem, bo większa część ich chromatycznej, nazwijmy to: „mowy” ginie w odmętach oceanów. Wspomnianą cechą często interpretuje się jako rodzaj niedoskonałości, znak czegoś „niedokończonego”. Dzieje się tak, ponieważ jako ludzie mamy tendencję do myślenia, że ewolucja zmierza do określonego „celu”. To nie tak, ewolucja nigdzie nie zmierza. Świadectwem jej niezrozumiałych dla nas wyborów mogą być niektóre cechy pawianów i mątw. Pawiany mają bardzo złożone życie społeczne, funkcjonują w stresującym środowisku, ale są niemal nieme, nie mają więc jak tych emocji zwerbalizować. Głównonogi z kolei nie żyją w grupach, są samotnikami, przez co, wydawałoby się, ich życie wewnętrzne będzie uboższe, mimo to mają wiele do przekazania.

W swojej książce pisze Pan, że „umysł wyewoluował w morzu”. Które jego elementy zaistniały, zanim życie wyszło na ląd?

Trudno o jednoznaczną odpowiedź, ponieważ nie wiadomo, które dokładnie cechy były niezbędne, by umysł mógł zaistnieć.

Ale jeśli prześledzimy listę cech, bez których pojawienie się zwierząt mających poczucie istnienia otaczającego ich świata, a także siebie w tym świecie, byłoby niemożliwe, to większość z nich zaistniała już u schyłku okresu kambryjskiego. Oczy zdolne do widzenia obrazów, w przypadku ryb szkielet systemu nerwowego, umiejętność uczenia się, rozumianego jako zdolność przewidzenia rezultatu danego wydarzenia na podstawie doświadczenia podobnego do wydarzenia z przeszłości. Ukształtowanie ciał zdolnych posługiwać się różnymi obiektami również nastąpiło w późnym kambrze, być może nawet wcześniej.

Czy cechy, które Pan wymienił: ciała zdolne posługiwać się obiektami, oczy, które widzą, czym się posługują, i działania podejmowane na podstawie doświadczenia, to już dość, by umożliwić pojawienie się subiektywności?

Nie mogę odpowiedzieć ze stuprocentową pewnością, ale jeśli ktoś podzielił mój punkt widzenia i uważa, że ośmiornice bądź kraby mają zdolność odbierania pewnych zdarzeń w sposób subiektywny, to można powiedzieć, że zacząłki umysłu powstały, zanim życie opuściło morza. Wszystko, co stało się później na lądzie – szczególnie wśród kręgowców – jest oczywiście ważne, ale polegało na udoskonaleniu modelu, który powstał w głębinach.

W stosunku do ośmiornic użył Pan określenia „inteligentny obcy”. Skąd to porównanie?

To nie do końca tak. Użyłem tego określenia, ponieważ w wypadku głównonogów mamy do czynienia z drugim, niezależnym od kręgowców, ewolucyjnym eksperymentem w rozwoju dużego systemu nerwowego. W tym sensie są one najbliższe do tego, co pozwoliłem sobie nazwać „inteligentnym obcym”. Obcym w znaczeniu inteligentnej formy życia, z którą nie dzielimy ewolucyjnego rodowodu. Nasz ostatni wspólny przodek jest oddalony o niemal 600 mln lat, było to więc tak

dawno, że można uznać, iż nasze umysły rozwijały się w zasadzie niezależnie.

Co otrzymaliśmy po tych 600 mln lat oddzielnej ewolucji?

Mieszanek podobieństw i różnic. Istotnym podobieństwem głównonogów i kręgowców jest np. oko.

Głównonogi także rozwinęły oko składające się z soczewki, która skupia obraz na siatkówce. Pod względem liczby neuronów – przeciętna ośmiornica z gatunku *Octopus vulgaris* ma ich ok. 500 mln. Ośmiornice nie dorównują oczywiście ludziom, ale bez wątpienia mają ich więcej niż wszystkie inne bezkręgowce i równie wiele, co duże ssaki, jak pies.

Dużo bardziej istotne są jednak różnice. Choćby układ nerwowy. W przypadku ośmiornic jest on zdecentralizowany. Kręgowce większość neuronów przechowują w głowie – u ośmiornic większość znajduje się w mackach. Ten fakt wskazuje na być może najbardziej fundamentalną różnicę między nami. W przypadku ludzi, czy w ogóle kręgowców, istnieje bardzo ścisły podział na mózg, rozumiany jako centrum dowodzenia, oraz podległe jego rozkazom ciało.

U głównonogów jest inaczej, poszczególne części ciała cieszą się dużo większą niezależnością. Jeśli dodamy do tego fakt, że są one pozbawione kości, czy innych „twardych” części, dzięki czemu osiągają najróżniejsze kształty, to otrzymamy ciało wyposażone w nieskończone wprost możliwości.

Co to oznacza?

Implikacje są daleko idące i mają bezpośredni związek z kwestią znaczenia ciała dla rozwoju inteligencji w ogóle. Dyskusja na ten temat podzieliła naukowców z grubsza na dwa obozy: pierwszy widzi mózg jako coś w rodzaju wszechmocnego, samoczującego się CEO (dyrektora generalnego), drugi z kolei kładzie nacisk na rolę cielesnych interakcji ze światem – nazywamy to poznaniem ucieleśnionym. Oba poglądy polegają na rozróżnieniu między wiedzą zgromadzoną w mózgu, a tą zgromadzoną w ciele. Przypadek ośmiornic wymyka się obu tym teoriom. W pewnym sensie są one bowiem nieucieleśnione. Nie mam na myśli odłączenia od materii. Ich ciała składają się oczywiście z komórek i są obiektem materialnym, tyle że zmiennym, dysponującym nieograniczonymi możliwościami. Ośmiornice zdają się więc

żyć poza dualizmem oddzielającym umysł od ciała.

Kwestia inteligencji ośmiornic zdaje się budzić coraz mniej wątpliwości, ale jakie konkretne zachowania o niej świadczą?

Rzeczywiście, ostatnimi laty media obiegało wiele informacji, które miałyby tego dowodzić. Dziś każdy może zobaczyć filmy, jak ośmiornica odkręca słoik albo nawiguje przez labirynt. Trzeba przy tym pamiętać, że stosowanie wobec całych grup zwierząt określeń jak „inteligentne” czy „mądre” może być zwodnicze. Choć nie oznacza to, że inteligencja dotyczy wyłącznie ludzi. Niektóre gatunki ptaków mają niezwykle wręcz zdolność wynajdywania rozwiązań konkretnych problemów. Ośmiornice nie wykazują tego typu „zadaniowego” podejścia do różnego rodzaju przeszkód czy zagadek. Ich najważniejszym atutem jest ciekawość, odwaga



SCHEEL ET AL.

Octlantis, miasto ośmiornic

W 2017 r. międzynarodowy zespół biologów pod kierownictwem Davida Scheela odkrył kolonię ośmiornic w zatoce Jervis u południowo-wschodnich wybrzeży Australii. Octlantis, jak nazwano to miejsce (powyżej), zamieszkuje kilkanaście osobników z gatunku *Octopus tetricus*, popularnie nazywaną ośmiornicą ponurą. Siedlisko znajduje się ok. 15 m pod wodą, na obszarze 72 m². Powstało ono na hałdach muszli po upolowanych przez ośmiornice mięczakach. Ośmiornice prze-

działania w nowych sytuacjach, łatwość rozpoznawania, że znalazły się w nowym otoczeniu, a także wchodzenie w interakcje z przedmiotami. Czy to wystarczy, by powiedzieć, że ośmiornice myślą albo są mądre? Mam wątpliwości, czy są to właściwe określenia.

Na czym polega ta łatwość działania w nowych sytuacjach?

Weźmy ich reakcję na zamknięcie. Moje badania koncentrują się na ośmiornicach żyjących na wolności, więc nie mam dużego doświadczenia z tymi znajdującymi się w niewoli. Mimo to można stwierdzić, że sztuczne środowisko jest dla nich czymś nowym i interesującym. W warunkach laboratoryjnych bądź w oceanarium zachowują się tak, jakby miały coś w rodzaju świadomości bycia w niewoli. Ich działania, o których czasem dowiadujemy się z mediów – mam na myśli próby ucieczki – świadczą więc o umiejętnościach →

bywają w norach zbudowanych głównie z muszli, kamieni i piasku. Miejsce powstania Octlantis nie jest przypadkowe – lokalizacja oferuje łatwy dostęp do naturalnych kryjówek, a zarazem obfitość pożywienia. Mieszkające tam ośmiornice zawiązały między sobą relacje i wykazują złożone zachowania społeczne, przypominające te występujące u kręgowców. Zdaniem badaczy z zespołu prof. Scheela ośmiornice z Octlantis musiały się „socyjalizować” przez wiele lat, z pokolenia na pokolenie. Badania nad tą podwodną metropolią wywołały ożywioną dyskusję na temat życia społecznego ośmiornic, dotąd uważanych za samotniki.

→ działania w nowych okolicznościach. Z punktu widzenia kwestii inteligencji ośmiornic te zachowania nie są jednak tak ważne jak ich pamięć.

My, ludzie, jesteśmy wyposażeni w różne rodzaje pamięci. Istnieje pamięć semantyczna, odpowiedzialna za kojarzenie faktów, oraz równie ważna, a być może najważniejsza z punktu widzenia naszego „ja”, pamięć epizodyczna. Dotyczy zdarzeń, które nas spotkały. Zapisujemy w niej swoje subiektywne wrażenia na ich temat.

Jeszcze do niedawna kwestia, czy zwierzęta dysponują pamięcią epizodyczną, a jeśli tak, to które, budziła spore wątpliwości. Ostatnimi laty pojawiło się wiele badań potwierdzających, że ptaki są w stanie zapamiętać miejsce przechowywanego jedzenia, a nawet to, które zapasy są najświeższe. Podobny wniosek można sformułować wobec małp, szczyrów, a nawet pszczoł. Badania przeprowadzone na głowonogach również potwierdziły, że zapamiętują one nie tylko różne fakty na temat otaczającego ich świata, np. gdzie można znaleźć jedzenie, ale zdarzenia z przeszłości, w których brały udział.

U głowonogów mamy do czynienia z drugim, niezależnym od kręgowców, ewolucyjnym eksperymentem w rozwoju dużego systemu nerwowego. Są dla nas w pewnym sensie „inteligentnym obcym”.

Dlaczego to takie ważne?

Ponieważ nie ma szans, że wspomniane zdolności pochodzą od przodka, jakiego głowonogi dzielą z kręgowcami. Tamten oddalony o 600 mln lat organizm z pewnością nie dysponował żadną formą pamięci. Głowonogi wykształciły więc pewien rodzaj świadomości własnego „ja” niezależnie od kręgowców i rozwijają ją na własny rachunek. To z kolei oznacza, że po pierwsze rozbudowany system nerwowy nie wyewoluował wśród głowono-

gów przypadkiem, a po drugie – zdecydowanie można mówić o jego ekspansji.

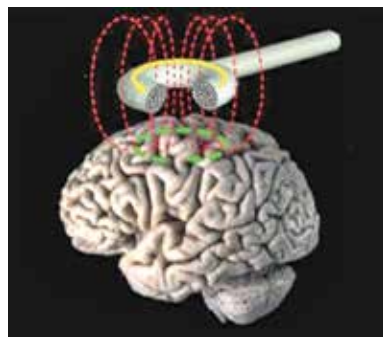
Głowonogi mają poczucie własnego „ja”?

Myślę, że tak, ale sposoby odczuwania tego „ja” mogą być bardzo różne. Zależy, o jakim rodzaju „ja” mówimy. Czy o tym rozumianym w kategoriach czysto biologicznych, które nie oznacza obecności subiektywnego doświadczenia? Czy też chodzi raczej o świadomość bycia podmiotem? Do tego dochodzi kolejne pytanie: jaki jest związek między tym biologicznym „ja” a doświadczeniem siebie? Jeśli przyjmiemy, że organizm potrafi rozpoznać środowisko, w którym żyje, jako właśnie środowisko, czyli coś odrębnego od siebie samego; jeśli jest w stanie zarejestrować skutki własnych działań w tym środowisku, to należy uznać, że musi zdawać sobie sprawę z własnego istnienia.

W jednym z rozdziałów postawił Pan czytelnika przed pytaniem: „jak to jest być ośmiornicą”? Czy jako filozof, który od lat zajmuje się głowonogami, czuje Pan, że zbliżył się do poznania odpowiedzi?

Wspomniane pytanie zacerpnałem od Thomasa Nagela, który lata temu wezwał swoich czytelników, by zastanowili się: „Jak to jest być nietoperzem?”. Chciał w ten sposób udowodnić, że możemy co najwyżej wyobrazić sobie, co by znaczyło „zachowywać się” jak nietoperz, ale autentyczna wiedza „jak nim być” pozostaje dla nas niedostępna. Nasze możliwości poznawcze są bowiem zbyt mocno ograniczone przez zasoby i sposób funkcjonowania naszego umysłu, na które wpływa nasze ciało. Najbezpieczniej byłoby więc powiedzieć, że jest to z pewnością jakieś uczucie, niepodobne jednak do czegokolwiek, czego doświadczamy jako ludzie.

Wracamy tutaj do pytania, jaki rodzaj świadomości mają ośmiornice? Jestem zdania, że świadomość jest tylko jedną z form subiektywnego doświadczenia, z pewnością nie jedyną. Wiemy, że odczuwają ból, czują, kiedy dzieje im się coś złego. Czy to dość, aby powiedzieć, że mają świadomość własnego „ja”? Chyba wymagamy od ośmiornic zbyt dużo, chcemy, żeby odczuwały na ludzki sposób. Może na razie warto poprzestać na stwierdzeniu, że są one zdolne do odczuwania. To zdolność, która jest o krok przed świadomością. © Rozmawiał TOMASZ TARGAŃSKI



ERIC WASSERMANN / PUBLIC DOMAIN

Przecczaszkowa stymulacja magnetyczna (TMS)

Najstarszą metodą badania, jak określone funkcje poznawcze powiązane są ze strukturami neuronalnymi, jest obserwacja osób z tzw. lezjami, czyli uszkodzeniami mózgu. Choć u ludzi nie można oczywiście wywoływać lezji celowo, TMS pozwala w całkowicie bezpieczny i odwracalny sposób „zasymulować” ich skutki u osób badanych. Pierwsze urządzenie TMS skonstruowano w połowie lat 80. XX wieku. Stosowanie tej metody polega na umieszczeniu w pobliżu powierzchni głowy cewki produkującej impuls elektryczny, który doprowadza do aktywacji struktur mózgowych znajdujących się w okolicy (np. przyłożenie cewki w pobliżu kory wzrokowej może skutkować obserwacją przez osobę badaną kolorowych błysków). TMS można też wykorzystywać do czasowego „wyłączenia” pewnych struktur (symulując lezję), a o zaangażowaniu funkcjonalnym danej struktury mózgowej można wnioskować, porównując zachowanie osób badanych przed stymulacją, jak i po niej. W 2006 r. zespół Friedemanna Pulvermüllera wykazał, że przecczaszkowa stymulacja określonych obszarów motorycznych (np. zaangażowanych w ruchy nogą) wpływa na szybkość przetwarzania słów kojarzonych z takimi ruchami (np. „kopać”), ale nie innymi ruchami (np. „kłaśkać”). © MH

Gdzie ja jestem?

ŁUKASZ LAMŻA

Niby wiadomo, że świadomość mieści się w mózgu. Bo przecież nie w jelitach, płucach albo sercu. Ale jednak, kiedy mówię „ja”, towarzyszy temu ruch ręką w kierunku mostka, a nie czaszki...

Zlokalizowanie siebie samego w przestrzeni to jeden z tych problemów, które z początku mogą wydawać się wręcz trywialne. Jak to, gdzie jestem? Co to za głupie pytanie – tu, tutaj. Bo gdzieżby indziej? Spróbujmy jednak dopytać – najlepiej siebie samego – gdzie konkretnie jestem „ja” – a zaczną się schody. Gdzie odbywa się ten mój wewnętrzny dialog, skąd właściwie patrzę na świat?

Miej serce i patrzaj w serce

Czysto historycznie, w niewielu kulturach, w których rozważano tytułowe pytanie tego tekstu, pierwsza odpowiedź brzmiała: „w mózgu”. Jego rola wcale nie jest oczywista. Jest niby jasne, że skoro tak wiele organów zmysłowych znajduje się w głowie, to mózg musi pełnić jakąś rolę w łączeniu ze sobą płynących od nich sygnałów. Samo myślenie nie musiałoby się jednak dokonywać w tym samym miejscu, a jednym z głównych podejrzanych była klatka piersiowa i znajdujące się w niej narządy. Arystoteles w każdym razie uważał, że główną funkcją mózgu jest chłodzenie krwi,

ludzie zaś są racjonalniejsi od zwierząt dzięki temu, że dzięki większemu mózgom potrafią skuteczniej hamować dzikość wynikającą z rozgrzanej krwi.

Etnolog szwedzki Åke Hultrantz przez 40 lat z przerwami mieszkał wśród różnych plemion rdzennych mieszkańców Ameryki Północnej. Jedną z jego obsesji było wypytywanie przedstawicieli plemion indiańskich, gdzie, ich zdaniem, zlokalizowana jest jaźń. Mieszkańcy północno-zachodniej części Stanów Zjednoczonych nad wybrzeżem Oceanu Spokojnego, m.in. Szoszoni, uważali, jak duża część współczesnych Europejczyków (choć wcale nie wszyscy, o czym za chwilę), że ich „ja” mieści się w głowie; zwykle wskazywany był tył głowy, czasem kark. Członkowie licznych innych grup, m.in. żyjącego na terenie Kanady plemienia Salish, mówili natomiast, że dusza mieści się „gdzieś w klatce piersiowej”, najczęściej w sercu lub w jego okolicy. Potwierdza to obserwacje Carla Junga, który w 1925 r. wyjechał do Nowego Meksyku, gdzie rozmawiał z wieloma członkami Pueblów. Byli oni ponoć zaskoczeni, że zdaniem Europejczyków myśli się głową, podczas gdy „oczywiście” myśli się sercem.

Serce to ciekawy organ. Jego regularna aktywność, której ustanie oznacza bliską śmierć, każe uznać, że to właśnie w nim kryje się sekret życia. To nie przypadek, że Aztekowie ofiarowywali bogom właśnie serca. Były uważane nie tylko za siedzibę tożsamości indywidualnej, ale też za „okruh Słońca” (*istli*), a więc odłamek boskiego ciepła na Ziemi. Richard Lind w książce „*The Seat of Consciousness in Ancient Literature*” pisze, że istnieją tak naprawdę tylko dwie główne lokalizacje duszy opisywane w literaturze starożytnej Europy i Azji: głowa i serce. I to ta druga ma zdecydowane pierwszeństwo. We współczesnej metaforze serce zostało „zdegradowane” do postaci siedliska emocji i intuicji, a więc miękkich sfer ludzkiej psychiki, w przeciwieństwie do twardego intelektu i racjonalności, które miałyby rezydować w głowie. Taka rola serca to jednak tylko drobna pozostałość po jego dawnej świetności. Ewagriusz z Pontu, chrześcijański mnich, teolog i mistyk, radził, abyśmy „oczyścili swe serce z wszystkich myśli”. Myśli!

W niektórych źródłach hinduistycznych *atman*, czyli coś w stylu europejskiej zasady indywidualności →

→ – „punkt, którym jestem ja” – umiejscawiany jest jednoznacznie w sercu. Tak głosi np. jedna ze standardowych upaniszad, „Prasna”. Inna upaniszada, „Brahma”, przedstawia jednak cztery równoważne położenia: pępek, serce, gardło i głowę. W rzeczywistości nic nie stoi przecież na przeszkodzie, aby moje „ja” było w moim ciele rozproszone, i taką interpretację proponuje klasyczna azjatycka teoria czakr, występująca w wielu formach w najróżniejszych systemach filozoficznych i religijnych, od hinduizmu i dżinizmu po buddyzm.

Zależnie od źródła, można spotkać się z różnymi liczbami czakr, zasadnicza idea jest jednak wspólna: główna oś energetyczna ciała ludzkiego, prowadząca od czubka głowy, przez linię kręgosłupa, aż po krocze, zawiera kilka „punktów węzłowych”. Każdy z nich ma zaś inną specyfikę. W jodze zlokalizowana na czubku głowy czakra Sahasrara związana jest z najwyższym poziomem świadomości, zaś Anahata, czakra serca, odpowiada za równowagę, spokój, czystość myśli. W ten sposób całe „ja” zostaje rozproszone, a zależnie od mojego stanu ducha, czy nawet sytuacji zdrowotnej, moja aktywność (w tym: psychiczna) koncentruje się w innym segmencie osi centralnej.

Jaźń płucno-wątrobowa

Te starożytne intuicje znajdują interesujące potwierdzenie w badaniach współczesnych. W 2011 r. Jakub Limanowski i Heiko Hecht opublikowali w czasopiśmie „Psychology” artykuł („Where Do We Stand On Locating the Self?”), w którym zestawiają odpowiedzi 87 osób na szereg pytań na temat ich „poczucia siebie”. Jedno z zadań polegało na namierzeniu na trójwymiarowym modelu ciała miejsca, w którym mieści się ich jaźń (*Self*). Odpowiedzi układały się na wyraźnej pionowej osi, przebiegającej od czubka głowy po genitalia, przy czym wystąpiły dwa duże zgrupowania: jedno w głowie, tuż za czołem, a drugie na wysokości mostka; centralnie lub nieco po lewej stronie.

W wielu kulturach poczucie, że „ja” mieści się w sercu, rozlewa się na jego okolice anatomiczne. Najczęściej – na płuca. Hultkrantz odnotował, że w wielu językach amerindiańskich słowo oznaczające duszę jest takie samo jak słowo na oddech

– jak choćby u meksykańskich Cahita, gdzie funkcję taką pełni słowo *hiepsi*, albo u Ute z Kolorado, gdzie duszę-oddech nazywa się *sua’pun*. W „*Neijing Suwen*”, tzw. „kanonie medycyny chińskiej Żółtego Cesarza” (to standardowy tekst taoistyczny i jednocześnie jeden z najstarszych chińskich traktatów medycznych) serce przedstawione jest jak cesarz ciała, który zarządza poprzez *shen* (duszę), jednak płuca są wysokimi urzędnikami pośredniczącymi, realizującymi jego rozkazy. Kolejne organy mają coraz bardziej pośrednie funkcje w państwie ciała.

Jeszcze bardziej zaskakujące dla człowieka Zachodu może być przekonanie wyrażane przez członków plemienia Chewong z Malezji, którzy uważają, że siedzibą myśli i uczuć jest... wątroba. W ich języku występują zwroty typu „moja wątroba ma się dobrze” (co oznacza: czuję się dobrze), „moja wątroba zapomniała” (zapomniałem), ale nawet: „moja wątroba była małeńka” (było mi wstyd). Wszystkie wyrażenia odnoszące się do

tego, co dotyczy mnie, mogą zostać wyrażone poprzez zdanie, w którym podmiotem jest *rus* – to samo słowo, którym opisuje się wątrobę, zarówno ludzką, jak i zwierzęcą.

Wędrowki ja

Kwestia wędrowki duszy to osobny temat-rzeka. Nie zawsze są to spektakularne podróże do Walhalli albo tułaczka po czyścicu. Hultkrantz odnotował, że zdaniem Pomo mieszkających na terenie dzisiejszej Kalifornii dusza (*tciken*) znajduje się zwykle w sercu, jednak mogą jej przydarzać się mniejsze lub większe wycieczki. Zemdlenie oznacza, że dusza odsunęła się odrobinkę od swojego należącego miejsca i jeśli nie trafi szybko z powrotem do serca, konsekwencje mogą być śmiertelne. Dłuższa nieobecność duszy w sercu wymaga już interwencji szamana, który przywodzi ją – czasem potrzebna jest do tego dłuższa procedura, jak choćby wtedy, gdy dusza zdążyła zawędrować poza granice naszego świata. Peregrynacje takie, i techniki ich skutecznego zakańczania, świetnie opisywał Mircea Eliade w „Szamanizmie i archaicznych technikach ekstazy”.

W literaturze na temat lokalizacji jaźni uparcie przewija się plotka, że w dawnej Europie sądzono, iż kichnięcie powoduje chwilowe odskoczenie duszy od ciała, zaś wyrażane w wielu językach w reakcji na kichnięcie błogosławieństwo (jak angielskie „*Bless you*”) miałyby zapobiegać przejściu w tej krótkiej chwili duszy przez diabła. Nie znalazłem żadnego potwierdzenia tej uroczej pogłoski, choć wielu autorów zarzeka się, że papież Grzegorz I (ok. 540-604) opublikował nawet specjalną bullę zawierającą teologiczną analizę kichania. Dużo lepiej udokumentowane są natomiast krótkotrwałe przypadki odsunięcia się „punktu lokalizacji siebie” na niewielkie odległości od ciała, towarzyszące sytuacjom ekstremalnym, jak krytyczny stan medyczny, wysokie przeciążenia (tzw. „wyjścia z ciała” zgłaszają od czasu do czasu piloci myśliwców) czy doświadczenia mistyczne. Ba, zjawisko takie można odtworzyć w warunkach laboratoryjnych.

Moda na tego typu badania rozpoczęła się od tzw. iluzji gumowej ręki. Jeśli położy się przed kimś na stole gumową rękę, podczas gdy jego własna ręka będzie schowana, to przy równo-

czesnym gładzeniu ich obu pędzelkiem osoba poddawana takiej procedurze będzie miała wrażenie, że ręka gumowa „należy do niej”. Istnieje cały szereg analogicznych badań, w których różnego typu iluzje wzrokowe albo konflikt pomiędzy danymi pochodzącymi od odmiennych zmysłów powodują „dryf proprioceptyczny” – wrażenie odsuwania się „wrażenia siebie” od rzeczywistych granic własnego ciała.

W jednym z tego typu eksperymentów (Bigna Lenggenhager i in. „*Video ergo sum...*”) badanemu wkłada się na głowę kask z systemem wirtualnej rzeczywistości i wyświetla mu się obraz jego własnego ciała (filmowanego równocześnie od tyłu kamerą), rzutowanego na obraz pokoju przed nim samym. Inaczej mówiąc, wydaje mu się, że stoi przed nim odwrócony do niego plecami człowiek identyczny jak on, powtarzający na żywo wszystkie jego ruchy. Po chwili osoba ta dżgana jest w plecy kijem, przy czym widzi na własne oczy, jak dżgany kijem jest stojący przed

Tylko dwie główne lokalizacje duszy opisywane były w literaturze starożytnej Europy i Azji: **głowa i serce**. I to ta druga ma zdecydowane pierwszeństwo.

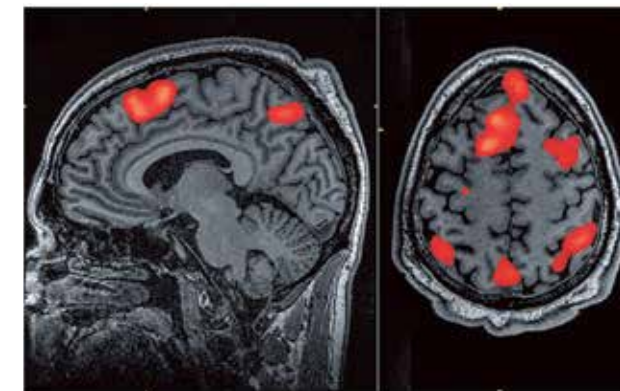
nim „ten drugi”. Wywołuje to ponoć dziwne, niepokojące wrażenie, że „ja jestem z przodu”. Autorzy pracy z dumą raportują, że udaje im się przesunąć punkt lokalizacji jaźni średnio o 24 cm poza ciało badanych.

Przesunięty w lewo

Pomimo całej posiadanej przez nas współcześnie wiedzy neurologicznej czy psychologicznej, omawiany w tym artykule problem pozostaje otwarty. Choć znamy dziś rzeczywistą funkcję płuc, serca czy wątroby i wiemy, że organy te nie myślą, to zagadnienie subiektywnej „lokalizacji jaźni” nie otrzymuje jednoznacznej odpowiedzi w ramach neuronauk. Wiemy natomiast, że ma ono związek z kwestią tzw. obrazu ciała: tym, w jaki sposób subiektywnie ustosunkowujemy się do swoich ciał. Nie jest to trywialny związek, a obiektywne fakty anatomiczne nie muszą przekładać się na autentyczne subiektywne przekonania. To, co sądzimy o swoich ciałach, i jak je odczuwamy, jest wynikiem skomplikowanych zależności psychologicznych i społecznych.

Względnie łagodną demonstracją tej zasady jest potwierdzony wieloma badaniami fakt, że mężczyźni mają skłonność do przeszacowywania swojego wzrostu. Poważniejsza jest już choćby ta tendencja, że osoby wykazujące zaburzenia odżywiania zwykle przeceniają swoją wagę ciała, czasem dramatycznie: mimo przedstawianej im dokumentacji fotograficznej i pomiarów są przekonani, że ich ciało wygląda zupełnie inaczej niż w rzeczywistości. Skrajnym przypadkiem jest zaś zaburzenie, nazywane czasem somatoparafrenią, a od 2004 r. również terminem „*body integrity identity disorder*” (BIID: „zaburzenie poczucia jedności ciała”). Cierpiący nań pacjenci są przekonani, że pewna część ich ciała – najczęściej któraś z kończyn – nie należy do nich. Mimo że potrafią ją kontrolować, odczuwają głębokie przekonanie, że jest to obcy kawałek mięsa, a nie część ich żywego organizmu. Często towarzyszy temu marzenie o amputacji.

To, jak skomplikowane muszą być procesy decydujące o naszej autolokalizacji, obrazuje historia pewnego niewidomego. W 2008 r. grupa włoskich badaczy pod przewodnictwem Franca Bertossy opublikowała artykuł („*Point zero: a phenomenological inquiry...*”) na temat „punktu zero”, którym to terminem, w nawiązaniu do geometrycznego początku układu współrzędnych, określali lokalizację „ja” wewnątrz naszego ciała. Jeden z badanych (ochotnik nr 55), niewidomy, twierdził, że jego własny „punkt zero” znajduje się w głowie, tuż za oczami – co nie dziwi – jednak stanowczo utrzymywał, że jest on nieznacznie przemieszczony w lewo względem płaszczyzny środkowej ciała. Inaczej mówiąc, utrzymywał, że swoje ciało odczuwa asymetrycznie. Wydaje mu się np., że po prawej stronie „siebie” ma nieco więcej materii głowy niż po lewej stronie. Po dłuższej rozmowie wyszło na jaw, iż odpowiedzialna za to może być jego indywidualna historia utraty wzroku. Otóż widzenie w prawym oku stracił mając ok. 7 lat, zaś w lewym dopiero w wieku 13 lat. „Moje »ja« jest przemieszczone w kierunku oka, które widziało dłużej – stwierdził. – Jest tak, jak gdybym cały był nieco przesunięty w lewo”. © LUKASZ LAMZA



Obrazowanie rezonansem magnetycznym (MRI, fMRI)

Obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego (MRI) rozpoczyna się od umieszczenia badanego w silnym polu magnetycznym. Po wyemitowaniu impulsu precyzyjnie dostrojonych fal radiowych możliwe staje się wykrycie cząsteczek wody, które w tkankach różnego rodzaju zachowują się w nieco inny sposób. Ostatecznie uzyskuje się trójwymiarowy obraz anatomiczny. MRI można zastosować np. do śledzenia, jak gęstość istoty szarej, złożonej z ciał neuronów, zmienia się w wyniku choroby lub długotrwałego wykonywania określonych zadań. Dzięki tej metodzie w 2000 r. zespół Eleanor Maguire odkrył, że u londyńskich taksówkarzy wraz ze stażem zawodowym zwiększa się objętość hipokampa, odpowiadającego m.in. za pamięć przestrzenną. Aparaturę rezonansu magnetycznego wykorzystać można również do tzw. obrazowania dyfuzyjnego (dMRI), które ujawnia szlaki istoty białej, złożonej z dendrytów i aksonów, na podstawie rozprzestrzeniania się cząsteczek wody. Dzięki temu możliwe jest nieinwazyjne badanie komunikacji pomiędzy obszarami mózgu.

Badanie fMRI (funkcjonalne obrazowanie rezonansem magnetycznym) wykonuje się przy użyciu dokładnie tej samej aparatury, jednak dostrojonej tak, aby rozróżniała hemoglobinę „natlenioną” od „odtlenionej”. Gdy pewien obszar mózgu aktywuje się, organizm reaguje po paru sekundach wzmożonym napływem krwi. Śledzenie sygnału fMRI na żywo informuje więc o tym, jakie obszary mózgu – z dokładnością do objętości zawierającej kilka milionów neuronów – aktywują się w określonej sytuacji. Choć czas otrzymywania kolejnych obrazów jest krótszy niż w przypadku PET, badacze korzystający z tej techniki muszą balansować zawsze pomiędzy dobrą rozdzielczością czasową a przestrzenną. Przykładowym zastosowaniem fMRI są badania zespołu Stephena Kosslyna, który w 2004 r. wykazał, że zarówno podczas obserwowania obrazów, jak i wyobrażania sobie tego, co one przedstawiają, u osób badanych aktywowane są bardzo podobne struktury mózgowe. Wynik ten wskazuje, że stara metafora, zgodnie z którą „myślenie to widzenie”, ma w sobie coś dostownego. © MH