

Ekscytująca lektura dla każdego zainteresowanego  
szlachetniejszą stroną naszej natury

– FRANS DE WAAL

Christian Keyzers



Jak odkrycie neuronów lustrzanych  
zmienia nasze rozumienie ludzkiej natury

Christian Keyzers

# EMPATIA

Jak odkrycie neuronów lustrzanych  
zmienia nasze rozumienie ludzkiej natury

Tłumaczenie i przedmowa: Łukasz Kwiatek

# Spis treści

Karta redakcyjna

Dedykacja

Przedmowa. Kolejna książka o neuronach lustrzanych...

Wprowadzenie. Połączeni

1. Odkrycie neuronów lustrzanych
  2. Potęga intuicji
  3. Odzwierciedlanie ludzi
  4. Urodzeni do życia w społeczeństwie
  5. Język
  6. Podzielanie emocji
  7. Wrażenia
  8. Nauka dzielenia się
  9. Autyzm i niezrozumienie
  10. W stronę zunifikowanej teorii poznania społecznego
  11. Etyka empatii i psychopaci
- Epilog. Neurony lustrzane: dobre czy złe?

Podziękowania

Mapa empatycznego mózgu

O autorze

Indeks Reaktywności Interpersonalnej Daviesa

Bibliografia

Przypisy

© Copyright by Copernicus Center Press, 2017  
Copyright 2011 © Christian Keysers  
All rights reserved

Tytuł oryginalny:

THE EMPATHIC BRAIN. HOW THE DISCOVERY OF MIRROR NEURONS CHANGES  
OUR UNDERSTANDING OF HUMAN NATURE

Projekt okładki: MICHAŁ DUŁAWA

Grafika na okładce: Copyright © Victor Tongdee | Fotolia.com

Adiustacja i korekta: ARTUR FIGARSKI

Skład: MELES-DESIGN

ISBN 978-83-7886-333-5

Wydanie pierwsze  
Kraków 2017

Copernicus Center Press Sp. z o.o.  
pl. Szczepański 8, 31-011 Kraków  
tel./fax (+48 12) 430 63 00  
e-mail: [marketing@ccpress.pl](mailto:marketing@ccpress.pl)  
Księgarnia internetowa: <http://en.ccpress.pl>

Konwersja: [eLitera s.c.](#)

*Juli*

## Kolejna książka o neuronach lustrzanych...

**K**siążek popularnonaukowych o neuronach lustrzanych – wielomodalnych (wzrokowo-słuchowo-ruchowych) komórkach nerwowych, odkrytych w latach 90. w mózгах małp – powstało całkiem sporo. Do najbardziej znanych zaliczyć można *Mirroring People* Marco Iacoboniego, *Teorię zła* Simona Barona-Cohana, *Neuronaukę o podstawach człowieczeństwa* Vilayanura Ramachandrana, a także *Latające świnie* Benjamina Bergena, która do rąk polskiego czytelnika trafia niemal równolegle z *Empatią* Christiana Keysersa. Choć książki te dotyczą tak różnych zagadnień, jak m.in. poznanie społeczne, kultura, język, wyobraźnia, kreatywność i moralność, wcale nie wyczerpuje to listy zjawisk i efektów, które najróżniejsi naukowcy próbowali wyjaśnić działaniem neuronów lustrzanych. Jak długa jest to lista możemy przekonać się z lektury polemicznego *Mitu neuronów lustrzanych* Gregory’ego Hickocka. Na wspomnianej liście znajdują się:

czytanie z ruchu warg, jąkanie, schizofrenia, rozumienie słów związanych z działaniem, imitacja, fantomowe kończyny, neurorehabilitacja, hipnoza, błędne przypisanie gniewu w muzyce awangardowych saksofonistów jazzowych, orientacja seksualna, palenie papierosów, muzykalność, postawy polityczne, poczucie czyjejś obecności, rozpoznawanie mimicznej ekspresji emocji, otyłość, intensywność erekcji, psychopatyczne zaburzenia osobowości, miłość, zaraźliwe ziewanie, umiejętności przywódcze w biznesie, świadomość własnych stanów emocjonalnych, „nasza estetyczna odpowiedź na sztukę, muzykę i literaturę, dynamika bycia odbiorcą sztuki i odporność na totalitaryzm ruchów masowych”, by zacytować jedno z doniesień, komunikacja matki z niemowlęciem i przetwarzanie emocji, percepcja wokalnie komunikowanych emocji, kibicowanie i radość ze zwycięstwa faworyta, rozwój Jungowskiego archetypu kolektywnej nieświadomości i sprawczość, masowa histeria, uzależnienie od narkotyków, faworyzowanie, wzajemne przywiązanie matki i niemowlęcia, efektywność grupowej psychoterapii, ocena ryzyka, sny o chodzeniu u osób z wrodzoną paraplegią, synestezja bólowa, samoświadomość u delfinów (G. Hickok, *Mit neuronów lustrzanych*, tłum. K. Cipora, A. Machniak, Copernicus Center Press, Kraków 2016, s. 47–48).

Nie trzeba być urodzonym sceptykiem, by uznać, że jeżeli naukowcy wyjaśniają to wszystko odwołując się do działania neuronów lustrzanych, to takie wyjaśnienia nie mają wielkiej wartości. Nie chodzi o to, że pewna klasa komórek nerwowych nie może być co do zasady odpowiedzialna za dziesiątki różnych zjawisk czy efektów, ani nawet o to, że większość wyjaśnień czy hipotez postulowanych przez naukowców jest (i musi być) mniej lub bardziej fałszywa (po prostu dlatego, że możliwych wyjaśnień jest znacznie więcej niż tych, które są poprawne). Problem polega na tym, że nawet jeśli poprawnie powiążemy te dziesiątki zjawisk z tą jedną klasą komórek nerwowych, to nasza wiedza o funkcjonowaniu mózgu nie wzrośnie w znaczący sposób. Równie dobrze można by bowiem zrezygnować z powoływania się na neurony lustrzane i powiedzieć, że dane zjawisko czy efekt zachodzi, ponieważ właśnie tak działa mózg. Neurony lustrzane nie dostarczają zatem prawdziwego wyjaśnienia tych wszystkich zjawisk, tylko je udają. Aby dowiedzieć się czegoś ważnego o mózgu, musimy „zejść głębiej” – tak w dużym skrócie można by przedstawić stanowisko Hickoka w całej tej sprawie.

Można by się więc zastanawiać, po co w ogóle oferować polskiemu Czytelnikowi kolejną książkę o tej tematyce, tym bardziej taką, która powstała kilka lat przed sceptyczną pracą Hickoka. Czy zarzuty formułowane przez tego autora nie są wymierzone także w główne tezy stawiane przez Christiana Keysersa w *Empatii*?

Cóż, i tak, i nie.

To prawda, że *Empatia* powstała na fali entuzjazmu, który po odkryciu neuronów lustrzanych opanował kognitywistów, psychologów i filozofów (co znamienne, ich wszystkich chyba nawet bardziej niż neurobiologów). Ślady tego entuzjazmu znajdziemy w wielu fragmentach *Empatii* – autor przy każdej okazji przekonuje Czytelnika, jak wielkim i wspaniałym przełomem właściwie w każdej dziedzinie psychologii było odkrycie neuronów lustrzanych i dlatego dzięki nim lepiej wszystko rozumiemy. Dość powiedzieć, że na kartkach tej książki spotkamy się z niejednym elementem wymienionym na „czarnej liście” Hickoka. Jego *Mit neuronów lustrzanych* wylał kubeł zimnej wody na podekscytowane środowisko uczonych i popularyzatorów, i można się spodziewać, że gdyby Christian Keysers



zaczął pisać *Empatię* dzisiaj, to zrobiłby to w bardziej powściągliwym stylu. Co jednak istotne, głównych tez tej książki wcale nie musiałby zmienić.

Keysers poszedł bowiem o krok dalej niż wielu innych autorów, wyjaśniając, w jaki sposób dochodzi do tego, że pojedyncze komórki nerwowe stają się „lustrzane”, odwołując się do fundamentalnej zasady neurofizjologii (sformułowanej przez Donalda Hebba), która mówi o tym, jak powstają połączenia między neuronami. Dzięki temu neurony lustrzane przestają być czymś magicznym i tajemniczym – stają się prostą konsekwencją funkcjonowania mózgu. Hickok wprawdzie krytykuje koncepcje, z którymi zgadza się Keysers (przede wszystkim tę, że neurony lustrzane umożliwiają rozumienie działania), ale bezpośrednio do *Empatii* w swoim *Micie neuronów lustrzanych* się nie odwołuje – można sądzić, że właśnie dlatego, że Keysers znacznie lepiej uzasadnia swoje stanowisko i wyjaśnia, skąd w ogóle biorą się neurony lustrzane, a nie przyjmuje ich istnienia za cudowny fakt, jak czynią to inni autorzy.

Co więcej, Keysers wyjaśnia także, dlaczego dzięki tej samej zasadzie neurofizjologicznej można mówić o mechanizmie lustrzanym na poziomie nie tylko pojedynczych neuronów, ale także złożonych obszarów mózgu, zawierających miliony komórek nerwowych – prawdziwymi bohaterami jego książki stają się wówczas nie pojedyncze komórki, a „podzielane obwody”. Właśnie takiego wyjaśniania od wielu autorów domagał się w *Micie...* Hickok. Nawet jeśli opisana przez Keysersa koncepcja nie jest precyzyjnym obliczeniowym modelem działania mózgu (książka popularnonaukowa nie jest zresztą dobrym miejscem na przedstawienie takiego modelu), to i tak ma ona dużą wartość merytoryczną, bowiem autor wylicza konsekwencje, które koncepcja ta przewiduje. Jak dotąd wiele badań neuronaukowych przyniosło wyniki zgodne z przewidywaniami idei „podzielanych obwodów”. Keysers pokazuje więc przynajmniej kierunek, w którym precyzyjne modele wyjaśniające działanie neuronów lustrzanych będą zmierzać.

Lektura *Empatii* może być okazją do refleksji nad tym, na ile wiedza o mechanizmach działania ludzkiego mózgu pozwala odkrywać głębokie prawdy o ludzkiej naturze. Czytając *Empatię* dowiemy się na przykład, że gdy obserwujemy drugą osobę, która zwija się z bólu, nasz mózg aktywuje częściowo te same obwody jak wtedy, gdy sami odczuwamy ból. Keysers przekonuje, że mówi to o nas coś bardzo głębokiego – że wszyscy jesteśmy połączeni

niewidzialnymi więzami „podzielanych obwodów”. Dzięki nim cudzy ból staje się naszym bólem, a wewnętrzne doświadczenie bliźniego – naszym własnym wewnętrznym doświadczeniem. Nie jest to zresztą odległe od tego, o czym przekonywało wielu myślicieli, podkreślających nasz społeczny charakter i powiązanie z bliźnimi – odkrycie „podzielanych obwodów” pozwala nam jednak lepiej zrozumieć tę prawdę – przekonuje autor *Empatii*.

Nie chcę sugerować, że to całkowicie błędny sposób myślenia, ale sądzę, że zasługuje on przynajmniej na osobną dyskusję. Być może takie podejście to jedynie dorabianie specjalnej ideologii do tego, jak działa mózg, w oparciu o naszą dotychczasową niepełną wiedzę o jego organizacji. Fakt, że niektóre obszary mózgu zdają się nie odróżniać, czy jakieś doświadczenie jest udziałem moim, czy twoim, nie musi mówić o tym, że nasz mózg jest na jakimś głębokim poziomie idealnie bezstronny i że ja sam jestem dla niego tak samo ważny, jak ty. Może to po prostu oznaczać, że dany obszar mózgu przetwarza ograniczony zakres informacji, a dopiero inne obszary zajmują się rozróżnianiem między tobą i mną. I nie ma w tym fakcie żadnej głębokiej prawdy o naszej naturze, bo skupianie się na tym jednym „bezstronnym” obszarze nie ma sensu.

Na obronę autora należy dodać, że mechanizm neuronów lustrzanych doskonale wpisuje się w pewien paradygmat nauk kognitywnych, określane jako umysł ucieleśniony. Idea ucieleśnienia pojawiła się na gruncie językoznawstwa, kognitywistyki, psychologii i filozofii za sprawą takich uczonych, jak George Lakoff, Ronald Langacker, Eleanor Rosch, Anthony Chemero czy wreszcie Daniel Hutto, a jej najszerszemu, filozoficznemu ujęciu mogą towarzyszyć twierdzenia o naszej naturze podobne do tych, które głosi Keyzers. Gregory Hickok, znany nam już autor *Mitu neuronów lustrzanych*, nie zgodziłby się zapewne z nimi wszystkimi, ale to dlatego, że jego samego bardziej przekonuje konkurencyjny paradygmat – tzw. komputacyjna wizja umysłu – której towarzyszy inna wizja naszej natury. Neurony lustrzane wpisują się więc w tę walkę paradygmatów, z których zapewne żaden nie pozwala na w pełni satysfakcjonujący opis tego, jak funkcjonuje umysł (choć wydaje się, że idea ucieleśnionego umysłu ma znacznie więcej sensu z ewolucyjnego punktu widzenia – sam Keyzers również to podkreśla; istnieją oczywiście także owocne próby pogodzenia tych podejść, podejmowane np. przez Andy’ego Clarka i Lawrence’a Barsalou). Nie ma tu miejsca, by obszerniej opisać te ciekawe

zagadnienia, na szczęście zostały one jednak znakomicie przedstawione przez Benjamina Bergena we wspomnianej już książce *Latające świnie*, której lekturę także szczerze polecam. Pozwala ona bowiem spojrzeć na neurony lustrzane jako na element większego i dłuższego sporu, a przy tym jej autor całkowicie zgodziłby się w zasadzie ze wszystkim, co w *Empatii* napisał Keysers.

Dla równowagi warto oczywiście sięgnąć także po *Mit neuronów lustrzanych* Hickoka. Te wszystkie pozycje wyczerpująco przedstawiają jeden z najciekawszych – i obecnie najgorętszych – sporów w dziedzinie nauk o mózgu i umyśle.

Lekturę samej *Empatii* polecam także tym wszystkim, którzy dopiero zaczynają interesować się fascynującymi zagadnieniami opisywanymi przez współczesną neurobiologię. Mało jest książek, które tak obrazowo przedstawiają to, co dzieje się w tej dyscyplinie i jakimi narzędziami posługują się badacze ludzkiego mózgu.

*Łukasz Kwiatek*

## Wprowadzenie

### Połączeni

**N**ajlepszy dzień mojego życia zaczął się od czegoś, co mógłbyś nazwać porażką. Nawet najdrobniejsze szczegóły tej chwili pozostaną w mojej głowie na zawsze. Pewnej soboty w styczniu 2004 roku, gdy świeży śnieg pokrywał ostre krawędzie Dolomitów w pobliżu małego miasteczka o nazwie Kastelruth w północnych Włoszech, siedzieliśmy z Valerią w małym kościele naprzeciw dwóch katolickich duchownych. „Złóżcie teraz swoje śluby” – rzekł jeden z nich. Moje serce zaczęło bić bardzo szybko.

Byłem gotów wypowiedzieć te słowa – wyuczyłem się ich wcześniej i wielokrotnie powtarzałem je w swojej głowie – ale gdy Valeria spojrzała mi w oczy, w obecności naszych przyjaciół i rodziny, w mojej krtani zawiązał się supeł, a w kącikach oczu pojawiły się łzy. Otworzyłem usta, zacząłem artykułować pierwsze słowo, ale go nie dokończyłem, straciwszy nagle głos. Wszyscy czekali, aż coś powiem, a cisza wokół mnie robiła się coraz głośniejsza. Zacząłem więc od nowa, przysłuchując się samemu sobie od zewnątrz, jak obca osoba.

I wtedy coś się wydarzyło. Ciągłe zmagając się ze słowami, zerknąłem na stojących wokół nas ludzi. Zamiast spodziewanego zniecierpliwienia, zobaczyłem, jak siedzący w pierwszym rzędzie mój bliski przyjaciel wyciągnął z kieszeni chusteczkę. Spojrzałem na mojego ojca – i zobaczyłem jego twarz pokrytą łzami. Nawet nasz fotograf nie robił w tej chwili zdjęć. Stojący wokół mnie ludzie zdawali się odczuwać, przynajmniej częściowo, to, co sam czułem. Dostrzeżenie i uświadomienie sobie tego pomogło mi zebrać siły. Ciągłe drżałem i miałem wrażenie, że opanowanie głosu na tyle, by wypowiedzieć słowa przysięgi, zajęło mi dobre parę minut. Ale w końcu zdołałem je z siebie wydusić. (A ona powiedziała „tak”).

Nie opowiadam tej historii ze względu na to, co przydarzyło się mnie, ale z powodu tego, co stało się pozostałym gościom w kościele. Wszyscy doświadczaliśmy podobnych chwil; chwil, w których odczuwaliśmy wzruszenie –

nie ze względu na to, co nam się przydarzyło, ale z powodu czegoś, co przytrafiło się komuś innemu.

Emocje innych ludzi mogą stać się częścią nas; mogą stać się naszymi emocjami, tak jakby to, co przytrafia się innym, rozlewało się na nas. Takie doświadczenie nie wymaga nawet wysiłku. Po prostu to robimy, automatycznie i intuicyjnie, i w dużej mierze dzieje się to bez naszej kontroli. To znaczy, tak robią nasze mózgi. I jest w tym coś niezwykłego. To właśnie emocjonalne powiązanie z innymi w dużym stopniu sprawia, że jesteśmy ludźmi. Ale właściwie jak nasz mózg tego dokonuje? Dlaczego emocje innych tak bardzo na nas wpływają? Właśnie tym zagadnieniom poświęciłem tę książkę.

Oczywiście, dzielimy z innymi ludźmi nie tylko szczęśliwe chwile. Jak wkrótce się przekonacie, mechanizm dzielenia innych emocji działa równie sprawnie. Od czasu do czasu dostaję zaproszenie na wykłady, by opowiedzieć o swoich badaniach. Czasami zaproszenia przychodzą z odległych części świata, mówię wtedy do publiczności o całkowicie innym podłożu kulturowym. Mimo tego, wszyscy zdają się intuicyjnie rozumieć fragment filmu, od którego zaczynam.

Chodzi o film, który bardzo podobał mi się w dzieciństwie – *Doktor No*, z Seanem Connerym w roli Jamesa Bonda. Agent 007 śpi w łóżku, przykryty białym prześcieradłem. Nagle tarantula wielkości ludzkiej dłoni wyłania się z pościeli i maszeruje w kierunku jego głowy. Każdy krok pająka zdaje się tworzyć niewielki dołeczek na skórze Bonda, tam, gdzie tarantula stawia zaostrzone odnóże. Bond, obudzony uczuciem mrowienia, zastyga w bezruchu. Jego uszy wypełnia rytmiczne uderzanie serca. Drobne kropelki potu pojawiają się na jego twarzy, a wzrokiem skanuje łóżko w poszukiwaniu czegoś, czym mógłby zmieść z siebie pająka.

Jako że oglądałem tę scenę setki razy, nie skupiam się już na niej. Spoglądam za to na widownię. Wybieram kilka osób, które widzę wyraźnie, a gdy patrzę na ich twarze i sylwetki, nie muszę zastanawiać się, co dzieje się w ich umyśle. Mogę to zobaczyć. I współodczuwam ich dyskomfort. Właściwie to mieszaninę dyskomfortu i przyjemności, ponieważ choć widzą oni pająka i napięte ciało Seana Connery'ego, wiedzą doskonale, że im samym nic nie grozi. Ale mimo to ich rytm serca przyspiesza, zaczynają się lekko pocić, napinają mięśnie, a nawet zaczynają czuć delikatne mrowienie na ramionach, jak gdyby odnóża pająka drażniły ich własną skórę. To wszystko dzieje się, gdy jedynie oglądamy tę scenę.

Łączymy się z Jamesem Bondem i zaczynamy odczuwać to samo, co on czuje. Ale dlaczego tak jest? Dlaczego jesteśmy tak bardzo poruszeni przez jakiś film? Dlaczego, gdy rozłożyliśmy się wygodnie na sofie w naszym salonie, oglądanie filmu wywołuje fizjologiczne reakcje, które pojawiłyby się wtedy, gdybyśmy sami znajdowali się w niebezpieczeństwie?

Oczywiście, nie każdego dnia bierze się ślub i, dzięki Bogu, większość z nas nie jest regularnie atakowana przez ogromne pająki. Ale nie zrozumcie mnie źle. Nawet w rutynie codziennego życia nawiązywanie więzi z innymi, rozumienie jak się czują, to coś, czego z pewnością nie chcielibyśmy, by nam zabrakło. Bez tego nasze całe życie społeczne po prostu by się rozpadło.

Gdy budzę się rano i spoglądam na moją żonę Valerię, mój mózg musi błyskawicznie znaleźć odpowiedź na wiele skomplikowanych i żywotnie istotnych – dla mojego małżeństwa – pytań, takich jak: co kryje się za jej zasną twarzą? Pragnienie przytulenia, ponieważ dopiero co zbudziła się ze złego snu? Niewypowiedziana prośba do mnie, bym przygotował śniadanie? Będąc w pracy, muszę rozstrzygnąć, czy mój dziekan jest w wystarczająco dobrym nastroju, bym mógł go poprosić o roczny urlop na napisanie tej książki. Po powrocie do domu, gdy ogarnia mnie pragnienie, by ułożyć się na kanapie, muszę domyślić się, czy propozycja Valerii, że przygotuje obiad, jest szczerą, czy raczej chce, bym to ja się za to zabrał. Sukces naszych związków i karier nieustannie zależy od naszej umiejętności czytania emocji i stanów innych ludzi. Bardzo często potrafimy poczuć wewnętrzne stany innych nawet wtedy, gdy starają się je ukryć. Wyczuwamy smutek za wymuszonym uśmiechem, albo podłe intencje za na pozór szczerymi działaniami. Jak tego dokonujemy? W jaki sposób możemy wyczuć to, co jest z tak dużym wysiłkiem skrywane?

Druga połowa XIX wieku to początek nowożytnej nauki o mózgu. Zaczęła się ona od pytań o to, gdzie w mózgu zlokalizowany jest język, w jaki sposób zapamiętujemy oraz jak mózg wprawia w ruch nasze ciało. Ponad sto lat później, w latach 80. i 90. XX wieku, bardzo popularne stały się emocje. Ale badania prowadzono niemal wyłącznie na odosobnionych jednostkach. Takie kwestie jak to, w jaki sposób czytamy umysły innych ludzi i jak poruszają nas ich emocje, w dużej mierze pozostały nietknięte przez naukę.

I był ku temu dobry powód. Naukowcy nie badali mózgu podczas interakcji społecznych, ponieważ to bardzo trudne zadanie. Testowanie złożonych ludzkich

interakcji jest trudne, ponieważ musimy się uciekać do modeli zwierzęcych albo zadowalać pojedynczymi osobami leżącymi w bezruchu w urządzeniu do skanowania mózgu.

Innym powodem, dla którego poznanie społeczne nie było przedmiotem badań naukowych, było to, że bardzo długo nikt nie dbał o tego rodzaju pytania – wydawały się one trywialne. Dzieci najczęściej stają się ekspertami w rozpoznawaniu emocji innych osób w wieku siedmiu lat, a w większości przypadków, gdy podzielamy emocje innych ludzi, niczego świadomie nie robimy; to się po prostu nam przydarza. Nie musisz zastanawiać się, by zrozumieć, przez co przechodzi Bond, gdy ogromny pajak kroczy po jego skórze – pojmujesz to intuicyjnie. To zadanie wydaje się tak proste, tak trywialne w porównaniu z takimi „ciężkimi” rzeczami, jak rachunek różniczkowy, którego praktycznie żaden człowiek nie może opanować wcześniej niż w szesnastym roku życia, że aż bierzemy ten nasz społeczny umysł za coś oczywistego. Choć, o ironio, komputery potrafią posługiwać się rachunkiem różniczkowym już od lat 50., podczas gdy rozpoznawanie, że ktoś stojący obok jest szczęśliwy albo przeżywa jakieś lęki, okazuje się tak trudne, że żaden nowoczesny komputer ani robot nie jest jeszcze w stanie tego zrobić. Dlaczego rozumienie innych ludzi, które jest tak trudne dla komputerów, jest dla nas o wiele łatwiejsze niż coś takiego jak rachunek różniczkowy, z którym komputery radzą sobie bez problemu?

Jeśli się nad tym zastanowić, rozumienie innych ludzi rzeczywiście powinno być bardzo trudne. Ludzki mózg jest prawdopodobnie najbardziej złożonym organem w znanym nam wszechświecie, a już nawet siedmiolatki czują, że mogą bez wysiłku ustalić, co dzieje się w umysłach – a tym samym w mózgach – innych ludzi. Jeśli rzucę kośćmi i zapytam cię, jaki będzie rezultat, odpowiesz: „Mogę zgadnąć, ale skąd mam wiedzieć na pewno?”. Ale jeśli widzisz młodego chłopaka i dziewczynę biegnących na imprezie do sypialni, trzymających się za ręce i zaczynających chichotać, jak tylko zatrzasnęli za sobą drzwi, możesz być niemal pewien ich wewnętrznych stanów i bez trudu będziesz w stanie przewidzieć, co się zaraz wydarzy. W jakiś sposób natura sprawiła, że przewidywanie działań złożonego ludzkiego mózgu jest paradoksalnie *łatwiejsze* niż przewidywanie wyniku rzutu kostką.

Bardzo długo nie mieliśmy pojęcia, w jaki sposób mózg wykonuje to zadanie ani jak staje się tak dobry w domyślaniu się, co dzieje się w innych umysłach.

Potem wszystko zaczęło się zmieniać. Na początku lat 90. grupa moich kolegów w Parmie odkryła pewne specyficzne komórki mózgu, dla których ukuli nazwę „neuronów lustrzanych”. Nie tylko dramatycznie zmieniły one sposób, w jaki patrzymy na mózg, ale także nasze rozumienie interakcji społecznych.

Neurony lustrzane „odzwierciedlają” zachowanie i emocje otaczających nas ludzi w taki sposób, że inni stają się częścią nas. Wiedza, że takie komórki istnieją, pomaga wyjaśnić wiele tajemnic ludzkiego zachowania. Na przykład, dlaczego jest tak trudno trzymać się diety, kiedy widzisz, jak inni ludzie jedzą właśnie to, czego powinieneś unikać. Neurony lustrzane dostarczają odpowiedzi na to pytanie. Kiedy chwytasz i zjadasz kawałek czekolady, aktywuje się pewna sieć neuronów w mózgu, nazwijmy ją „siecią zjedz czekoladę”. Niektóre z komórek tworzących tę sieć są wyjątkowe. Aktywują się one nie tylko wtedy, gdy ty jesz czekoladę, ale również gdy widzisz, jak inna osoba ją zjada. To właśnie neurony lustrzane. Jak zobaczymy w tej książce, te neurony pozwalają nam podzielać doświadczenia innych osób. Oglądanie, jak ktoś je czekoladę, wywołuje podobne wrażenie do tego, jakbyśmy robili to samo. Pomaga nam to rozumieć, co dokładnie robią inni, ale również wzbudza tendencję do robienia tego samego. Neurony lustrzane fundamentalnie nas uspołeczniają – na dobre i na złe.

Od czasu odkrycia neuronów lustrzanych na początku lat 90., uzyskaliśmy coraz wyraźniejszy wgląd w naszą społeczną naturę. Neurony lustrzane nie tylko pomagają nam rozumieć innych, ale również dostarczają zaskakująco nowatorskich odpowiedzi na bardzo stare pytania – jak ewolucja doprowadziła do powstania języka i jaki jest związek pomiędzy naszym ciałem, a tym, w jaki sposób myślimy.

Poza zmianą naszego poglądu na ludzką naturę, badania nad neuronami lustrzanymi dały nam także wgląd w bardziej niepozorne aspekty naszego życia, takie jak to, dlaczego twoje ramiona zaczynają drżeć, gdy oglądasz, jak twój ulubiony baseballista kołysze się przy kluczowym rzucie, albo dlaczego tak trudno pianście nie ruszać palcami, gdy słucha, jak ktoś inny gra na pianinie. Albo w jaki sposób możemy nabywać jakichś umiejętności, po prostu obserwując, co robią inni.

Jako że neurony lustrzane prowadzą do tworzenia więzi z innymi ludźmi, dysfunkcje tych neuronów mogą prowadzić do „emocjonalnego rozłączenia”



z nimi. Osoby autystyczne są emocjonalnie odcięte od reszty z nas. Neurony lustrzane pomagają badać przyczynę tego rozłączenia i inspirują do tworzenia nowych terapii.

Co więcej, gdy psychopaci tacy jak Ted Bundy zarzynają innych, tak jakby zupełnie im na niczym nie zależało – neurony lustrzane pozwalają nam zrozumieć, dlaczego tak się dzieje.

Spróbuję w tej książce zaprezentować nowe spojrzenie na te i inne zagadnienia. Empatia jest głęboko wyryta w architekturze naszego mózgu. To, co przydarza się innym ludziom, wpływa niemal na wszystkie regiony naszego mózgu. Zostaliśmy „zaprojektowani” do empatii, do tworzenia więzi z innymi. Mam nadzieję, że opisując zasady, dzięki którym nasz mózg sprawia, że jesteśmy empatyczni, ukazując ich wytworną prostotę, podzielę się tym zachwytem i zdumieniem, które przychodzą wraz ze zrozumieniem, a co sprawia, że naprawdę jesteśmy ludźmi.

## 1. Odkrycie neuronów lustrzanych

Vittorio potrząsał swoją brodatą głową w niedowierzaniu. „Leo, non può essere!” (Leo, to niemożliwe!). Chwycił rodzinę z tacki ustawionej przed małpą, a z głośników wydobył się odgłos strzelającego karabinu maszynowego. Oczywiście w rzeczywistości nikt nie strzelał. To pojedynczy neuron „odpalił”, co aparatura sygnalizowała specyficznym dźwiękiem. Cienka jak włos elektroda została wszczepiona prosto do mózgu małpy, słabe wyładowanie elektryczne wychwycone przez elektrodę zostało wzmocnione i przetworzone na dźwięk wydobywający się z głośnika, zaś na ekranie oscyloskopu pojawił się zielony znak. „Czy zbieramy jakiś szum? Czy to możliwe, by to był ten sam neuron?”. Spoglądając w oscyloskop, Vittorio wydawał się zaintrygowany – wszystko wyglądało całkowicie normalnie – zielone fale przebiegały po czarnym tle. Tym razem małpa chwyciła rodzinę z tacki, a reakcja aparatury wyglądała i brzmiała identycznie jak wtedy, gdy Vittorio wziął rodzinę. „To niesamowite!” – stwierdził Leo.

Kiedy Vittorio opowiedział mi o zdarzeniach tamtego pamiętnego dnia, byłem podekscytowany i zdumiony. Ale tego ciepłego sierpniowego wieczoru 1990 r. na Uniwersytecie w Parmie Leonardo Fogassi, Vittorio Gallese, Giacomo Rizzolatti i reszta zespołu nie uświadomiła sobie od razu, co właśnie odkryli. Lata później wybitny neuronaukowiec Vilayanur Ramachandran porówna rewolucyjne odkrycie, które tym włoskim uczonym się przytrafiło, mniej lub bardziej przypadkowo, do odkrycia przez Jima Watsona i Francisa Cricka podwójnej helisy. „Przewiduję, że neurony lustrzane staną się dla psychologii tym, czym DNA okazało się dla biologii” – powie Ramachandran.

Zespół Rizzolattiego odkrył pierwszy „neuron lustrzany”, czyli bardzo specyficzny rodzaj komórek nerwowych. Te neurony są unikalne pod tym względem, że reagują nie tylko wtedy, gdy małpa wykonuje jakieś działanie, takie jak chwytanie niewielkiej rodziny, ale również wtedy, gdy małpa widzi, jak ktoś inny wykonuje podobną czynność. Neurony lustrzane radykalnie zmieniły nasze wyobrażenie tego, jak działa mózg.

Zanim zostały odkryte, narastająca wiedza o podstawowych funkcjach wielu obszarów mózgu składała się na taką wizję tego organu, w której kluczowy był ścisły podział pracy (najważniejsze z tych obszarów, najczęściej pojawiające się w tej książce, zostały przedstawione w aneksie „Mapa mózgu empatycznego”). Część kory mózgowej znajdująca się z tyłu mózgu, nazywana pierwszorzędową korą wzrokową, znana była z błyskawicznego rozkładania obrazu z siatkówki na drobne szczegóły, skupiając się na krawędziach i kątach poszczególnych miejsc z obrazu. Te dane są następnie zbierane razem przez neurony zlokalizowane w skroniowych obszarach wzrokowych (zob. Temp. vis. na diagramie w aneksie), gdzie poszczególne komórki reagują na unikalne kombinacje cech rodziny, a inne neurony na kombinacje cech charakteryzujących twoją babcię. Bardziej z przodu mózgu znajdują się obszary nazywane korą przedmotoryczną lub przedruchową (PM oraz IFG na diagramie) oraz dodatkowym polem ruchowym (motorycznym) (SMA), które, jak się okazało, aktywują się zanim sami wykonamy jakąś czynność. Zdają się one programować to, co będziemy robić w najbliższej przyszłości. Z kolei pierwszorzędowa kora ruchowa (motoryczna) (M1) aktywuje się, gdy rzeczywiście poruszamy naszym ciałem, obszar ten bezpośrednio kontroluje nasze mięśnie. Cała ta wiedza złożyła się na jasno określoną wizję mózgu. Zgodnie z nią mózg składa się z dwóch części. Percypowanie świata czy postrzeganie rodziny dokonuje się w tylnej jego części, podczas gdy działanie w świecie, chwytanie rodziny, odbywa się przy udziale części przedniej (M1, PM, IFG i SMA).

Odkrycie neuronów lustrzanych zmieniło pogląd o podziale obowiązków w mózgu. Neurony lustrzane mają podwójne zadanie – zarówno postrzegania świata, jak i działania w nim. Znalezione przez naukowców z Parmy komórki były zlokalizowane w korze przedmotorycznej (części mózgu leżącej bezpośrednio przed pierwszorzędową korą motoryczną), gdzie spodziewano się znaleźć neurony odpowiedzialne wyłącznie za programowanie działania realizowanego przez samą małpę. Ale badane neurony aktywowały się zarówno wtedy, gdy małpa chwytła rodzinę, co nie zaskakuje w przypadku neuronów kory przedmotorycznej, jak również wtedy, gdy małpa widziała kogoś innego wykonującego tę samą czynność. To już było zaskakujące – oczekiwano, że w przypadku działania realizowanego przez innych, aktywność wykaże całkowicie inna część mózgu:

skroniowe obszary wzrokowe. To było tak, jakby mózg małpy udawał, że wykonuje czynność, którą jedynie obserwuje.

Odkrycie neuronu kory przedmotorycznej, który reaguje na widok wykonywania czynności, było zaskakujące niczym odkrycie, że telewizor, o którym sądziłeś, że po prostu wyświetla obrazki, działał przez te wszystkie lata w podwójnej roli – także jako kamera wideo, która nagrywa to, co robisz. Prosta dychotomia na funkcje wejścia oraz wyjścia nagle całkowicie przestała mieć sens, a naukowcy pierwszy raz spostrzegli fakt, że w pewnych obszarach mózgu oglądanie czegoś oraz robienie tego mogą być w istocie jednym i tym samym.

Z początku naukowcy z Parmy nie chcieli uwierzyć w to, co odkryli. Gdy po raz pierwszy zaobserwowali neurony lustrzane, podejrzewali, że małpa po prostu poruszyła się, gdy obserwowała, jak ktoś chwycił rodzynekę. Ale uważna obserwacja małpy i rejestrowanie aktywności jej mięśni ujawniły, że neurony lustrzane reagują na widok chwytania nawet wtedy, gdy małpa siedzi kompletnie nieruchomo. Zespół powoli oswoił się z myślą, że niektóre neurony kory przedmotorycznej – neurony lustrzane – naprawdę pełnią funkcję odseparowaną od otwartego zachowania małpy.

Co jednak oznacza z perspektywy komórki przedmotorycznej, że aktywuje się ona podczas obserwacji cudzego zachowania? Jeśli przedmotoryczny neuron zostanie sztucznie pobudzony, poprzez dostarczenie niewielkiego impulsu elektrycznego za pomocą elektrody używanej tradycyjnie do rejestrowania aktywności tego neuronu, to małpa przestaje robić to, co robiła, i nagle wyciąga rękę, by po coś sięgnąć[1]. Choć to potwierdza, że neurony przedmotoryczne są faktycznie integralną częścią własnego działania małpy, pozostaje pytanie, co małpa „czuje”, gdy się to dzieje. Niektóre z naszych własnych ruchów mogą być bezwolne. Na przykład, jeśli siedzisz na krawędzi stołu i uderzysz miejsce pod kolanem małym młotkiem, twoja noga zacznie kopać, ale ty poczujesz się, jakby ten ruch był niezależny od twojej własnej woli. Jeśli jednak własnowolnie wyprostujesz nogę, ten sam ruch będzie odczuwany zupełnie inaczej – chciałeś wyprostować nogę, a ona „była posłuszna” twojej woli. Co w takim razie czuje małpa, gdy eksperymentator aktywuje jej korę przedruchową? Czy wykonanie gestu chwytania wydaje się równie mimowolne, jak nasz odruch kolanowy, czy może małpa czuje się tak, jakby sama chciała coś chwycić?

Zdołaliśmy odpowiedzieć na to pytanie, ponieważ w przypadku niektórych procedur chirurgicznych dopuszcza się stymulację elektryczną konkretnych części mózgu u ludzi. Na przykład niektórzy pacjenci z epilepsją przechodzą tak wiele ataków padaczkowych w ciągu dnia, że nie są w stanie wieść normalnego życia. Jeśli nie można zredukować ilości ataków przy pomocy leków, w ostateczności przeprowadza się operację. Epizod epileptyczny zaczyna się w konkretnej części mózgu, a następnie powoli rozprzestrzenia się do innych obszarów. Jeśli więc ta część mózgu, w której epizod padaczkowy się rozpoczyna, zostanie zlokalizowana, jej chirurgiczne usunięcie może radykalnie zmniejszyć częstość epizodów albo nawet całkowicie wyleczyć pacjenta z choroby. Problem jednak w tym, że usuwany fragment tkanki jest powiązany z jakimiś zdolnościami mózgu i jego brak wpływa na zdolności pacjenta. By uniknąć ingerencji w ważne funkcje poznawcze, neurochirurdzy czasem stymulują różne części mózgu, aby wydedukować ich funkcje. Następnie, wspólnie z pacjentem, lekarz może zdecydować o usunięciu lub pozostawieniu konkretnego regionu mózgu, zależnie od tego, czy pacjent godzi się na poświęcenie danej zdolności, by zredukować epilepsję. Ryzyko uszkodzenia obszarów językowych albo podstawowych systemów ruchowych może być na przykład na tyle odstrasżające, że większość pacjentów będzie wolała pozostać epileptykami.

Kiedy neurochirurdzy stymulują obszary pierwszorzędowej kory ruchowej położone bezpośrednio za strefą, w której odkryte zostały neurony lustrzane, ciało pacjenta zaczyna się poruszać. Stymulacja może być wykonywana w czasie, gdy pacjent jest przytomny, ponieważ sam mózg nie posiada receptorów bólu. Zapytani co czują, pacjenci odpowiadają: „Moja ręka drgnęła”, tak jakby źródło ruchu znajdowało się poza ich kontrolą – zupełnie jak podczas odruchu kolanowego. Jeśli lekarz będzie stymulował części mózgu leżące przed pierwszorzędową korą ruchową (czyli korę przedmotoryczną albo dodatkowe pole ruchowe), pacjenci wykonują bardziej złożone czynności, takie jak zginanie ręki albo chwytanie czegoś. Zapytani, co działo się w ich umyśle, gdy się poruszyli, odpowiadają, że „poczułi ochotę na zrobienie tego”[2]. Czasami pacjenci nawet subiektywnie czują, że ich ręka się poruszyła, mimo że w rzeczywistości nawet nie drgnęła. W świetle tych odkryć, aktywność neuronów lustrzanych w korze przedmotorycznej małpy podczas obserwacji działania wykonywanego przez ludzi najlepiej wyobrazić sobie jako wewnętrzne poczucie związku z cudzym

zachowaniem, odczuwanie pragnienia takiego samego działania, analogiczne do poczucia pragnienia, o którym mówią pacjenci po elektrycznej stymulacji tego samego regionu mózgu. Wracając do naszego przykładu – oglądanie kogoś jedzącego czekoladę wywoła zatem aktywność neuronów lustrzanych z kory przedmotorycznej, które byłoby odpowiedzialne za planowanie przez nas zjedzenia czekolady, a my odczuwamy chęć zrobienia tego samego.

### **Czy percepcja przypomina kanapkę**

Kiedy Vittorio Gallese i jego współpracownicy opublikowali pod koniec lat 90. artykuł o swoim odkryciu, ciągle jeszcze byłem na studiach. Kilka lat później, gdy prowadziłem badania do mojego doktoratu w sięgającym czasów średniowiecza szkockim miasteczku St. Andrews, poszedłem na wykład Vittoria. Opowiadał o neuronach lustrzanych. Od razu mnie to zafascynowało. „Zdaniem wielu badaczy to, jak postrzegamy innych ludzi i jak się w stosunku do nich zachowujemy, przypomina kanapkę” – powiedział Vittorio. „Górną i dolną warstwę zajmują system wzrokowy, który pozwala nam zobaczyć innych ludzi, oraz system ruchowy, który pozwala nam wykonywać odpowiednie reakcje motoryczne. Z punktu widzenia tego, jak czytamy umysły innych osób, są one konieczne, ale mało ekscytujące – tak jak pieczywo w kanapce” – dodał, uśmiechając się. „Większość uczonych wierzy, że rozumiemy innych ludzi nie dzięki systemowi wzrokowemu i motorycznemu, ale dzięki specjalnemu procesowi, który zachodzi pomiędzy widzeniem, co inni ludzie robią, a reagowaniu na to. Nikt nie wie, gdzie ten specjalny proces zachodzi, ale jest on uważany za najbardziej smakowitą część problemu – zupełnie jak środek kanapki”.

Vittorio miał rację. W latach 90. neuronauka zaczęła poznawać mechanizm przetwarzania wzrokowego, który pozwala naszemu mózgowi budować reprezentację tego, co postrzega w świecie. Problem jednak w tym, że *postrzeganie* świata nie jest tym samym co jego *rozumienie*. Na przykład, jeśli zobaczę, że bierzesz do ręki kawałek czekolady, wkładasz go do ust i się uśmiechasz, rozumiem zarówno to, że zjadasz czekoladę, jak i to, że ci ona smakuje. Nie tylko po prostu *widzę*, co robisz – ale dodatkowo intuicyjnie rozumiem, co czujesz. W latach 90. wiedzieliśmy jedynie, że istnieją neurony

w korze wzrokowej, które reagują na widok kogoś wkładającego sobie coś do ust. Odpalają one wtedy, i tylko wtedy, gdy ktoś wkłada coś do ust. Ale system wzrokowy sam w sobie nie wie niczego o tym, co jedzenie czekolady naprawdę oznacza: to błogie uczucie słodkości lub gorzkości w ustach, kremowa konsystencja, cudowny posmak, pragnienie kolejnego kawałka...

Z drugiej strony myślano, że system motoryczny zajmuje się po prostu wyszukaniem programowaniem działania. Jeśli widziałeś kogoś jedzącego czekoladę, a potem wziąłeś z niego przykład i zrobiłeś to samo, to system motoryczny – jak sądzono – angażował się tylko w robienie tego samego, *po tym* jak zobaczyłeś tamtą osobę, *po tym* jak przeanalizowałeś i rozpoznałeś, co robiła, a także *po tym*, jak sam zdecydowałeś, że też masz ochotę na jeden kawałeczek. System motoryczny miał być prostym wykonawcą procesów poznawczych zachodzących gdzieś indziej. Oczywiście, najbardziej interesującą częścią w kategoriach rozumienia innych musi być proces, który zachodzi po tym, jak zobaczyłeś, co zrobiła inna osoba, ale zanim podjąłeś stosowne działanie. Najpopularniejszym przekonaniem w latach 90. było to, że istnieje część mózgu wyspecjalizowana w „mentalizacji”, myśleniu o życiu wewnętrznym innych ludzi w oparciu o dane pochodzące z systemu wzrokowego. System taki miał proponować odpowiednie reakcje, a następnie motoryczna i przedmotoryczna kora miały przejąć pałeczkę i implementować te czynności. Wielu naukowców starało się znaleźć ten „moduł mentalizacji”.

Sądzono, że kluczem do zrozumienia mentalizacji są badania nad autyzmem. Osoby autystyczne zdawały się mieć normalnie funkcjonujący system wzrokowy (nie miały większych trudności z opisem, jak wygląda otaczający je świat) oraz prawidłowo funkcjonujący system motoryczny (wykonywały większość zadań ruchowych równie dobrze jak porównywalne osoby nieautystyczne). Za to ich procesy mentalizacji wydawały się funkcjonować inaczej niż u większości osób. Jeśli wezmę pudełko czekoladek i zapytam cię, co jest w środku, odpowiesz, że czekoladki. A gdy otworzę je, pokazując, że tak naprawdę są tam monety, będziesz zaskoczony. Jeśli przyjdzie do pokoju twój przyjaciel i zapytam cię: „Co on odpowie, jeśli zapytam go, co jest w środku?”, odpowiesz pewnie: „Cóż, czekoladki”.

Mój przyjaciel i współpracownik Bruno Wicker poddał we Francji podobnemu testowi osoby autystyczne, w tym – w czasie, gdy go odwiedziłem – młodego

mężczyznę o imieniu Jerome.

„Kończy właśnie swój doktorat z fizyki teoretycznej. Łebski facet” – powiedział Bruno, gdy czekaliśmy. Kiedy Bruno przedstawił mnie, Jerome rozglądał się po pokoju, ale nigdy nie zerknął mi w oczy. Przywitał się bezbarwnym, niemal mechanicznym głosem. „Chcielibyśmy cię o coś zapytać”, powiedział Bruno, wyciągając pudełko duńskich ciasteczek ze swojego biurka. „Jak sądzisz – co jest w tym pudełku?” – zapytał. „Ciasteczka” – odpowiedział Jerome. Bruno otworzył więc opakowanie, pokazując zestaw kolorowych kredek, zamiast spodziewanych ciastek. „O” – zdziwił się Jerome. Bruno zamknął pudełko, a po chwili weszła do pokoju jego asystentka. „Jak sądzisz, co jej zdaniem znajduje się w pudełku?” – Bruno kolejny raz zapytał Jerome’a. Pytanie wydawało mi się obraźliwie trywialne. „Na litość boską, Jerome studiuje fizykę teoretyczną”, miałem ochotę krzyknąć. Jerome nie czuł się jednak urażony. „Kolorowe kredki” – odpowiedział. Byłem w szoku. Choć złożone równania matematyczne były dla niego jasne, jego zdolność rozumienia, co inni ludzie wiedzą, a czego nie wiedzą, została upośledzona. W latach 90. coraz więcej naukowców, zafascynowanych tego rodzaju obserwacjami, zaczęło „polować” na wyspecjalizowany obszar mózgu, który miał zajmować się rozumieniem innych umysłów – smakowitą zawartością kanapki, o której opowiadał Vittorio.

### **Od „widzieć” do „robić”**

„Neurony lustrzane przekonują nas” – mówił Vittorio w swoim wykładzie – „że procesy mentalizacji nie są jedynym smakowitym kąskiem. Same procesy motoryczne, przez które reagujemy na działanie innych ludzi – czyli nudne pieczywo klasycznej kanapki – są tym, gdzie zdaje się zachodzić najbardziej ekscytujący proces: twoje czynności stają się moimi czynnościami. Czuję, co robisz. W jakiś sposób rozumienie działania innych nie zawsze wymaga mentalizacji. Neurony lustrzane w twojej korze przedmotorycznej, w tym bardzo pragmatycznym obszarze mózgu, zdają się dawać nam intuicyjne rozumienie działania innych ludzi”.

Kiedy jadłem tego dnia lunch, moja kanapka smakowała jakoś inaczej. Zdałem sobie sprawę, że Vittorio i jego zespół odnaleźli klucz do rozwiązania największej zagadki interakcji społecznych, czyli tego, czemu ludzie tak łatwo orientują się, co



dzieje się w umysłach innych osób. To pozornie filozoficzne pytanie jest bardzo stare, ale przez setki lat próby odpowiedzi skupiały się na formalnych, logicznych rozwiązaniach, które nie zdołały dostarczyć satysfakcjonującej odpowiedzi. A teraz neuronauka odkryła fenomen, który rzuca nowe światło na całą debatę; znaczenie jest dodawane do tego, co system wzrokowy wykrywa, przez wiązanie tego z naszymi własnymi działaniami. Jak tylko powiążę widok kogoś chwytającego kawałek czekolady i wkładającego go do ust, z moją własną umiejętnością zrobienia tego samego, to to, co widzę, przestaje być abstrakcyjną impresją, pozbawioną znaczenia. Wiedza o tym, jak się zjada czekoladę, łączy się z obrazem tej czynności, w ten sposób dodając bardzo pragmatyczny sens do tego, co system wzrokowy wykrywa. Jeśli pokażę ci nowy węzeł żeglarski i zapytam: „Rozumiesz?”, to zawiązanie przez ciebie węzła na moich oczach będzie najbardziej przekonującym dowodem na to, że zrozumiałeś moją demonstrację. Neurony lustrzane, poprzez łączenie widoku działania z programem motorycznym tego samego działania, robią dokładnie to samo – przekształcają to, co widzisz, w wiedzę, jak to zrobić.

Byłem tak zafascynowany tym odkryciem, że zaaplikowałem o stypendium, by pracować z zespołem z Parmy. Dotarłem tam rok później, dwa tygodnie po złożeniu ostatecznej wersji mojej rozprawy doktorskiej jesienią 2000 roku, samochodem zawalonym pudłami i z głową pełną pomysłów.

Mój stary volkswagen golf z przyczepą ledwie przetrwał długą podróż ze Szkocji do Anglii, przez kanał La Manche, Belgię, Niemcy, Szwajcarię aż do nowego budynku nieopodal centrum Parmy, obok największego szpitala w mieście. Trzy poziomowy, nowoczesny budynek zastąpił starą budowlę, w której dekadę wcześniej odkryte zostały pierwsze neurony lustrzane. Vittorio oprowadził mnie, poczęstował kawą z małego ekspresu, który stanowił ośrodek życia towarzyskiego w instytucie, a po dziesięciu minutach byliśmy w laboratorium.

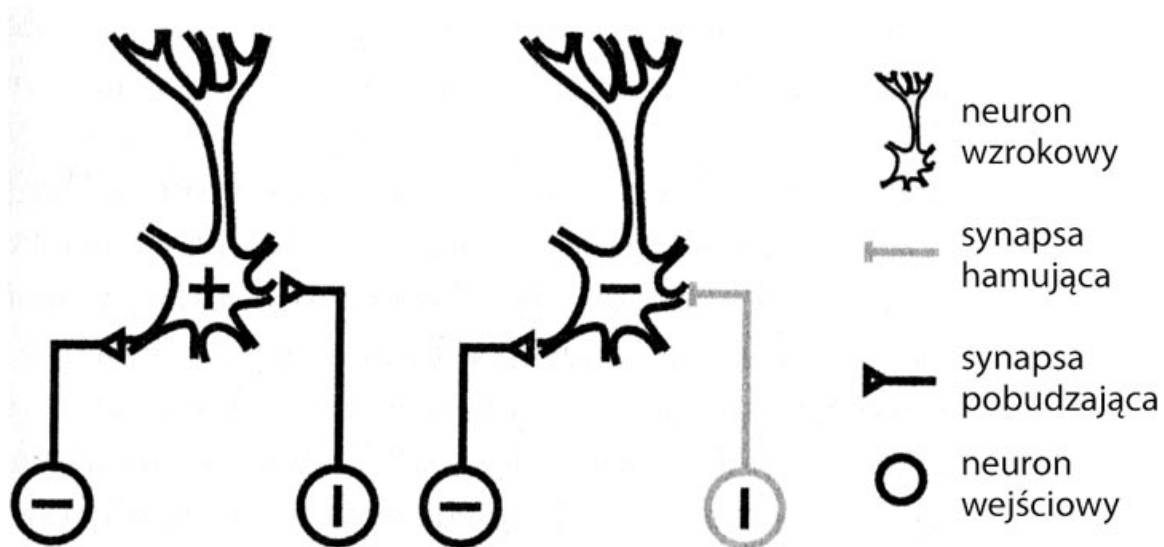
Pierwszym dźwiękiem, który usłyszałem, był odgłos karabinu maszynowego. Następnie zobaczyłem dwie badaczki, Alessandrę Umiltę i Evelyne Kohler, które rozdierały kartki papieru na oczach małpy. Nie mogłem się powstrzymać – musiałem znaleźć swój pierwszy neuron lustrzany. Zobaczyłem, jak małpa chwytając orzeszka i usłyszałem aktywności neuronów lustrzanych, dzięki wzmacniaczowi sygnału wyposażonemu w głośnik. Potem sam złapałem orzeszka, a neuron małpy odpalił ponownie. Byłem oczarowany. Alessandra uśmiechnęła się do mnie.

„Doświadczenie neuronu lustrzanego z pierwszej ręki jest znacznie bardziej przekonujące niż czytanie o nich w artykułach, prawda?” Spróbowałem chwycić orzeszka ponownie, tym razem drugą ręką i pod innym kątem. Mimo to neuron znów odpalił, jakby mówił do mnie: „Nie obchodzi mnie to, w jaki sposób chwytasz. Nie jestem głupi. Widzę chwytnie, więc odpalam!”.

## **Funkcja mózgu oparta na połączeniach neuronalnych**

Żeby zrozumieć neurony lustrzane, trzeba najpierw pojąć, jak ogólnie działają komórki nerwowe i w jaki sposób mózg wykorzystuje różnorodne neurony do osiągnięcia pewnych zdolności. Neurony w mózgu są niewielkimi jednostkami przetwarzania, zorganizowanymi w specjalne łańcuchy czy sieci. Otrzymują sygnał od neuronów, które je poprzedzają, i wysyłają sygnał do neuronów, które znajdują się za nimi. Te sygnały wejściowe i wyjściowe mają naturę chemiczną. Neuron uwalnia niewielkie dawki neurotransmiterów, chemicznych cząsteczek, które przenoszą wiadomość pomiędzy neuronami. Dzieje się to w zakończeniach nerwowych nazywanych synapsami. Te cząsteczki przepływają do następnego neuronu w łańcuchu. Gdy pojedyncza dawka neurotransmitera jest uwalniana przy kolejnym neuronie, niewiele się dzieje. Ale gdy sygnalizujący neuron jest bardzo aktywny, wysła wiele dawek, a jeśli inne neurony dołączą do niego, uwalniając własne dawki neurotransmiterów, te wkłady się sumują. Jeśli suma tych dawek przekroczy próg aktywacji neuronu znajdującego się dalej w sieci, neuron ten wywołuje krótką aktywność elektryczną zwaną „potencjałem czynnościowym”, który ma dwa efekty. Po pierwsze, prowadzi do uwolnienia neurotransmiterów z tego neuronu, który tym samym wysła sygnał (staje się neuronem sygnalizującym/wysyłającym). Po drugie, potencjał czynnościowy jest tak silnym zdarzeniem elektrycznym, że może być wykryty, jeśli niewielkie elektrody umieści się w mózgu w pobliżu konkretnego neuronu. Wzmocniony i przesłany do głośników, tworzy dźwięk „pop”, który słyszymy w laboratorium. Im więcej sygnałów wejściowych dana komórka odbiera, tym częściej przekracza próg czynnościowy i tym częściej słyszymy sygnał „pop”, co tworzy charakterystyczny dźwięk oddawanych szybko strzałów z karabinu wskazujących, że neuron jest bardzo aktywny. Słuchając tych wzmocnionych dźwięków, możemy dowiedzieć się, jak aktywny jest neuron oraz poznać aktywność konkretnego etapu łańcucha przetwarzania.

Poza pobudzającymi synapsami, które wzmacniają aktywność komórki, istnieją też inne synapsy, nazywane synapsami hamującymi, które wywołują przeciwny efekt – redukują aktywność odbierającej sygnał komórki nerwowej.



**Rycina 1.1:** Schemat połączeń ilustrujący, jak ten sam neuron (na górze) może być albo detektorem znaku „+”, jeśli otrzymuje pobudzający sygnał od dwóch neuronów wzrokowych reagujących, odpowiednio, na linie poziome i pionowe, albo detektorem „-”, gdy otrzyma sygnał pobudzający od neuronu reagującego na linie poziome oraz sygnał hamujący od neuronu reagującego na linie pionowe.

Mózg ludzki składa się z nieco mniej niż stu miliardów neuronów (jedynka i jednaście zer), połączonych  $10^{15}$  synapsami. To właśnie wzorec tych połączeń determinuje funkcje systemu nerwowego (zob. Rycina 1.1). Jeśli neuron otrzymuje pobudzający sygnał od komórki reagującej na pionową linię oraz inny sygnał pobudzający od komórki reagującej na linię poziomą, odpali za każdym razem, gdy „zobaczy” znak plus („+”). Jeśli podobny neuron otrzyma sygnał pobudzający z neuronu reagującego na poziomą linię, ale hamujący sygnał od neuronu reagującego na pionową linię, to taki neuron nie będzie reagował na znak plus („+”), ale będzie reagował na znak minus („-”). Ważną kwestią jest to, że komórka reagująca na sygnał plus sama w sobie nie różni się niczym od komórki reagującej na minus – jedyna różnica dotyczy wzorca połączeń między neuronami.

Neurofizjolodzy David Hubel i Torsten Wiesel jako pierwsi wykorzystali elektrody mierzące aktywność pojedynczych neuronów w mózgach małpy. Odkryli oni dokładnie ten typ detektorów, które opisałem wyżej, w korze potylicznej, mieszczącej się z tyłu głowy. Kiedy wszczepili elektrody, nie wiedzieli jednak, jakiego typu połączenia dany neuron posiada i jaki rodzaj bodźca jest wykorzystywany do wzbudzenia jego aktywności. Potrzeba było odrobiny detektywistycznej pracy, ponieważ liczba bodźców, jakie można wypróbować na konkretnym neuronie, jest ogromna. Komórka nerwowa może reagować najsilniej na wzrok, słuch, dotyk, zapach lub smak czy ruch, albo jakąś kombinację wszystkich powyższych. Konkretny neuron może reagować na smak cukru, ale możesz spędzić cały dzień porównując pionowe i poziome linie, nie zbliżając się na krok do odkrycia, że smak słodki jest tym bodźcem, który najlepiej działa na konkretny neuron.

Nierealność przetestowania wszystkich możliwych bodźców odpowiada za to, że odkrycie neuronów lustrzanych zajęło tak długo. Są one zlokalizowane w korze przedmotorycznej, gdzie niemal wszystkie neurony reagują, gdy małpa wykonuje konkretną czynność, taką jak chwytanie rodzyнки. Nikt nie pomyślał o staniu przed małpą, by zobaczyć, czy neurony te reagują również na całkiem inną klasę bodźców, czyli *obserwację* kogoś innego chwytającego rodzynekę. Wyobraź sobie, że szukasz wina w supermarkecie, zerkasz w alejkę i widzisz półki wypełnione butelkami piwa. Prawdopodobnie nie zaczniesz szperać pomiędzy nimi, żeby sprawdzić, czy nie ma tam gdzieś poukrywanych butelek wina.

Chwytając rodzynekę po prostu po to, by wręczyć ją małpie i przetestować, czy konkretny neuron odpali, gdy małpa chwyta małe obiekty, zespół z Parmy przypadkowo zauważył, że neuron odpala także wtedy, gdy to *eksperymentator* chwyta rodzynekę. Z początku takie dodatkowe aktywacje się ignoruje, ponieważ nie pasują one do posiadanego przez nas obrazu lokalizacji funkcji mózgu – tak jak przegapilibyśmy butelkę wina w alejce z piwem. Co więcej, 90 procent komórek w tym obszarze rzeczywiście nie reaguje na widok zachowania innych osób. Ale gdy te aktywacje zdarzały się wielokrotnie, zespół z Parmy zaczął traktować takie obserwacje poważnie. W pewnym sensie to czysty przypadek sprawił zatem, że włoscy badacze zaobserwowali istnienie neuronów lustrzanych, ale trzeba było eksperckiego wglądu, by odnaleźć znaczenie tego odkrycia.

## Mózgowy słownik działania

Niemal wszystkie neurony kory przedmotorycznej są zaangażowane w wykonywanie specyficznych czynności, ale selektywność neuronów waha się. „Selektywność” neuronu oznacza to, jak bardzo reaguje on na każdy możliwy bodziec. Posłużmy się analogią: mógłbym zmierzyć twoją selektywność na muzykę, grając ci różne kawałki popu, rocka, jazzu i muzyki klasycznej. Jeśli reagujesz pozytywnie na muzykę klasyczną, ale nie na wszystkie pozostałe gatunki, to mógłbym powiedzieć, że jesteś bardzo selektywny i że jesteś selektywny względem muzyki klasycznej. Ktoś inny mógłby reagować pozytywnie tylko na jazz, ale nie na inne gatunki muzyki, wliczając w to muzykę klasyczną. Taki ktoś również byłby selektywny, ale na jazz. Jeszcze inna osoba mogłaby umiarkowanie reagować na wszystkie gatunki muzyki, które zagrałem – taka osoba byłaby mniej selektywna.

Tak samo jest z komórkami nerwowymi. Niektóre reagują silnie tylko wtedy, gdy mała bierze przedmiot palcem wskazującym i kciukiem, ale nie na żadną inną czynność. Inne reagują tylko wtedy, gdy mała chwytą obiekt owijając wszystkie palce wokół niego, ale już nie na żadne inne działanie. Jeszcze inne reagują na obie te formy chwytania oraz wtedy, gdy mała chwytą przedmiot swoimi wargami.

Dzięki swojej selektywności neurony reprezentują „słownik” czynności, które mogą być połączone w większe jednostki działania. Na przykład sekwencja działania „jedzenie orzeszka” może powstać przez łączenie różnych neuronów: najpierw neuronów selektywnie aktywnych na rozłupywanie skorupki, później tych reagujących na wydobywanie orzeszka ze skorupki, następnie reagujących na przenoszenie go do ust i tak dalej. W ten sposób sekwencja aktywności w tych komórkach o różnej selektywności tworzy złożone działanie. Neurony przypominają słowa, a sekwencje neuronalnych aktywacji – frazy. Konkretny zbiór neuronów kory przedmotorycznej może być wykorzystany do komponowania różnych sekwencji działania. Na przykład wiele neuronów z naszego poprzedniego przykładu o jedzeniu orzeszka może być zaangażowanych w zjadanie rodzynki, choć oczywiście już nie neurony selektywne na rozbijanie skorupki. W pewnym sensie aktywność neuronów przedmotorycznych odzwierciedla język działania. W tej werbalnej analogii mniej i bardziej selektywne neurony odpowiadają słowom o różnej specyfice. Najbardziej

selektywne neurony odpowiadają bardzo specyficznym czasownikom, takim jak „chwytanie koniuszkami palców”, ale mniej selektywne odpowiadają bardziej czasownikowi „brać”, który nie precyzuje aż tak szczegółowo sposobu wykonania tej czynności.

## **Wprowadzanie wzroku w świat ruchu**

Tylko około 10 procent neuronów kory przedmotorycznej to neurony lustrzane, które reagują, gdy małpa siedzi nieruchomo i ogląda czynności wykonane przez innych. Nie ma możliwości, by dowiedzieć się, czy neuron jest neuronem lustrzanym czy też zwykłym neuronem kory przedruchowej, gdy małpa sama wykonuje daną czynność. Obecnie nie mamy żadnych powodów by sądzić, że neurony lustrzane różnią się budową od innych neuronów. Bardziej prawdopodobne jest to, że różnią się od innych jedynie ze względu na swoje połączenia.

Neurony lustrzane w jakiś sposób otrzymują pobudzający sygnał ze wzrokowych regionów mózgu, które reagują na widok działania innych ludzi. Poprzez te połączenia, neurony lustrzane „tłumaczą” wzrokowy język na motoryczny język działania samej małpy.

Jeśli się nad tym zastanowić, to tłumaczenie jest zdumiewające. Wyobraźmy sobie fotografię owcy oraz dźwięk słowa „owca” w naszych uszach. Te dwie rzeczy są fundamentalnie różne, a jednak nasz mózg wiąże je razem tak silnie, że musimy niezłe wysilić umysł, by uświadomić sobie, że nie mają one niczego oczywiście wspólnego, zaś cudzoziemiec mógłby w ogóle nie rozpoznać, że są ze sobą związane. W jakiś sposób nasz mózg tłumaczy dźwięki słów na obraz tego, jak zwierzę wygląda, i na odwrót.

To samo można powiedzieć o naszych działaniach. Kiedy wykonujemy jakąś czynność, nasz mózg sprawia, że nasze mięśnie poruszają się. Obserwowanie czyjegoś działania, z drugiej strony, wiąże się z wpadaniem światła do naszego oka. A to są fundamentalnie różne rzeczy. Mimo to nasz mózg wiąże je tak intensywnie, że ledwie możemy sobie uświadomić, że z fizycznego punktu widzenia nie ma niczego wspólnego pomiędzy ruchem mięśni naszego ciała a światłem padającym na siatkówkę. Jeśli neurony lustrzane reagują zarówno wtedy, gdy małpa wykonuje jakąś czynność, jak i wtedy, gdy obserwuje ona

kogoś innego wykonującego takie samo działanie, to znaczy, że wzorzec połączeń neuronalnych pomiędzy korą wzrokową i neuronami lustrzanymi musiał przetłumaczyć wzrokowy język postrzegania innych ludzi na motoryczny język wykonywania działania.

## **Jak mózg koduje cele**

Neurony lustrzane różnią się pod kątem precyzji, z jaką tłumaczą obserwowane czynności na wykonywane działanie. *Szeroko kongruentne* (ang. *broadly congruent*) neurony lustrzane tłumaczą działania innych jednostek w raczej ogólnych kategoriach. Mają zwykle dość szeroką selektywność motoryczną, reagując, na przykład, gdy małpa chwytła orzeszka zarówno ręką, jak i ustami. Podobnie reagują one na widok wielu różnych przykładów chwytania i tłumaczą to na ogólne terminy, takie jak „branie” czy „chwytanie”. Taka transformacja jest niezwykła, ponieważ ktoś chwytający za pomocą rąk wygląda całkowicie inaczej niż ktoś, kto chwyt za pomocą ust, a mimo to te różne deskrypcje wzrokowe są tłumaczone na pojedyncze słowo motorycznego języka neuronów kory przedruchowej – „branie”. Niektóre szeroko kongruentne neurony lustrzane są dość specyficzne, gdy małpa sama wykonuje czynność, na przykład reagując tylko wtedy, gdy chwytła ona przedmiot za pomocą kciuka i wskazującego palca prawej ręki. Mimo to reagują one także wtedy, gdy małpa widzi kogoś chwytającego, niezależnie od tego, czy robi to za pomocą ręki czy ust.

Choć dla tych neuronów lustrzanych odpowiedniość pomiędzy obserwowanym a wykonywanym działaniem jest raczej szeroka (stąd ich nazwa), na pojęciowym poziomie „brania” albo „chwytania w ogóle”, inne neurony lustrzane są bardziej rygorystyczne. Niektóre są aktywne tylko wtedy, gdy małpa chwytła prawą ręką, a także reagują, gdy małpa widzi kogoś innego chwytającego za pomocą prawej ręki. Inne reagują tylko na chwytanie ustami. Jeszcze inne, ciągle dość selektywne, reagują, gdy małpa wykonuje precyzyjny chwyt oraz gdy obserwuje czynność precyzyjnego uchwytu, ale nie wtedy, gdy przedmiot jest chwytany z użyciem całej ręki. Te bardziej selektywne komórki nazywane są *ściśle kongruentnymi* neuronami lustrzanymi.

Taka wielopoziomowa konstrukcja może wydawać się przesadzona i niepotrzebna. Jeśli szczegóły są poprawnie tłumaczone przez ściśle kongruentne

neurony lustrane, to po co mieć neurony, które są tak niespecyficzne, jak neurony „chwytania”? Odpowiedź może być prosta. Wyobraź sobie, że idziesz na lekcję tango i musisz zrozumieć, jak wykonać *gancho* (czyli zgięcie nogi), które pokazuje ci instruktor. Jeśli nigdy nie zrobiłeś *gancho* wcześniej, brakuje ci precyzyjnego programu motorycznego dla *ganchos* i stąd nie masz ściśle kongruentnych neuronów lustranych dla tej umiejętności. Ale podnosisz nogę za każdym razem gdy idziesz i szeroko kongruentne neurony lustrane dla tej czynności będą aktywne podczas obserwacji *gancho*, dając ci przynajmniej ogólne pojęcie tego, że trzeba podnieść nogę i zgiąć ją do tyłu. Szeroko kongruentne neurony lustrane mogą być zatem szczególnie istotne dla nowych działań, których w pełni jeszcze nie wykonywałeś. Poprzez trening możesz następnie dopracować swoje własne *gancho*, zaczynając od podnoszenia nogi. Jak tylko staniesz się bardziej doświadczonym tancerzem tango, twój instruktor może chcieć, byś wykonywał jakieś szczególne *ganchos* w specyficznej sekwencji. Jak tylko nabędziesz motorycznych programów dla różnych typów *ganchos*, będziesz miał ściśle kongruentne neurony lustrane dla każdego z tych podtypów *gancho*, które będą reagować tylko i selektywnie na widok wykonania konkretnego rodzaju *gancho*, pozwalając ci imitować tak specyficzne sekwencje ruchów.

Posiadając tak wielopoziomowy system translacyjny złożony z mieszanki szeroko i ściśle kongruentnych neuronów lustranych, małpa wyposażona jest w bardzo elastyczny zestaw do tłumaczenia, który przypomina ruchy obiektywu kamery. Umożliwia wykonywanie zbliżenia na szczegóły działania innych jednostek, jeśli to działanie znajduje się już w słowniku ruchowym małpy, albo wykonanie oddalenia, żeby uzyskać bardziej ogólne rozumienie całej sceny.

### **Co się dzieje, gdy słyszymy działanie?**

Do tej pory pisałem o oglądaniu czynności wykonywanych przez inne jednostki. Często jednak potrafimy zrozumieć działanie innych po prostu przysłuchując się im. W latach 80. Coca-Cola przygotowała słynną reklamę radiową, w której można było usłyszeć odgłos otwierania butelki, syk ulatującego pod ciśnieniem gazu, odgłos uderzenia metalowego kapsla o blat stołu, na którym przez chwilę wirował, odgłos płynu nalewanego do szklanki, charakterystyczne dla przełykania „gul-gul”, a wreszcie pełne satysfakcji „ach”, po łyku odświeżającego napoju.



Nawet teraz, kilkadziesiąt lat później, w gorący dzień nadal mogę poczuć ślinę w ustach przysłuchując się tej reklamie. Dlaczego odgłos działania innych ma tak nieodparcie silny wpływ na nasze własne ciało?

Znaleźliśmy odpowiedź na to pytanie wkrótce po tym, jak dotarłem do Parmy. Vittorio, Alessandra i Evelyne zaobserwowali neurony lustrzane, które wydają się reagować nie tylko wtedy, gdy małpa obserwuje oraz sama wykonuje jakieś czynności, ale również wtedy, gdy małpa słyszy odgłosy wykonywania tych czynności. Chcieliśmy zrozumieć, do jakiego stopnia te neurony mogą rozróżniać pomiędzy innymi działaniami i w jakim stopniu odpowiadają tym rozróżnieniom ich wizualne i ruchowe reakcje. Jeśli bowiem te neurony mają nam pomóc rozumieć działania innych, to muszą, założmy, tłumaczyć ciębie rozdzierającego kartkę papieru na mnie robiącego to samo czy też ciębie wypijającego wodę gazowaną ze szklanki na mnie robiącego to samo. Nie chcielibyśmy za to, by rozdzieranie przez ciębie czegoś odpowiadało mnie pijącemu, albo wypicie płynu ze szklanki przez ciębie, odpowiadało mnie rozrywającemu papier. W przeciwnym razie skąd mógłbyś wiedzieć, czy właśnie coś piję, czy rozrywam na kawałki?

Zaczęliśmy od znalezienia neuronu, który reagował, gdy małpa rozdzierała kartkę papieru. Następnie zamoczyłem papier w wodzie, by rozdzieranie nie wywoływało odgłosów, założyłem małpie opaskę na oczy i dałem jej papier, który szybko podarła. Pomimo że nie mogła tego ani usłyszeć, ani zobaczyć, ten sam neuron odpalił, co wskazywało, że faktycznie był to motoryczny neuron odpowiedzialny za rozdzieranie. Ten sam neuron nie odpalił, gdy małpa rozłupywała orzeszka, wykazując selektywność. Następnie, by przetestować reakcje neuronu na czynności, które małpa może tylko usłyszeć, stawaliśmy za nią i rozdzieraliśmy głośno suchą kartkę papieru. Neuron odpalił, tak jakby małpa rozdarła papier samodzielnie. Rozłupaliśmy skorupkę orzecha stojąc za małpą – i nic się nie wydarzyło, co sugerowało, że komórka zaangażowana w słuchanie wykazała podobną selektywność na rozrywanie papieru, a nie na rozłupywanie skorupki. W ostatnim teście znowu zmoczyliśmy kartkę papieru, stanęliśmy przed małpą i po cichu rozdarliśmy mokłą kartkę. Ponownie neuron odpalił. Jednakże gdy rozłupaliśmy orzeszka (którego skorupę roztrzaskaliśmy wcześniej, aby teraz cały ruch odbył się bez hałasu), neuron pozostał nieaktywny.

Te odkrycia oznaczają, że neurony lustrzane zdają się łączyć widok, dźwięk i wykonanie jakiejś czynności. Mówią trzema językami. Najważniejszym odkryciem było jednak to, że neurony lustrzane są selektywne w każdej z tych trzech modalności. Po znalezieniu wielu innych neuronów lustrzanych podobnych do tego, który tutaj opisałem, stało się dla mnie jasne, że reklama radiowa, taka jak Coca-Coli, wywołuje w nas ochotę na dany produkt, ponieważ słuchowy neuron lustrzany selektywnie aktywuje program motoryczny, który wiążemy z konsumpcją i zadowoleniem z tego produktu.

## 2. Potęga intuicji

**P**aradoksalnie, największą przeszkodą w badaniu ludzkiego umysłu jest obsesja na punkcie jego racjonalności, jaką wykazują się psycholodzy i kognitywiści. Drugą przeszkodą są komputery. Jedno i drugie złożyło się na wizję mózgu, który przetwarza informacje w świadomy, logiczny i abstrakcyjny sposób – tak jak nasze komputery. Odkrycie neuronów lustrzanych zmieniło tę wizję.

Gdybym zapytał babcię, skąd wie, że jestem zakochany, odpowiedziałaby mi, że po prostu to „poczuła”. Wiedziałyby, że procesy, dzięki którym rozumiemy innych ludzi, opierają się nie na logice, tylko na intuicji. Gdybym zapytał o to samo wielu naukowców w latach 80., zaczęliby opowiadać coś na temat faktów obserwacyjnych (np. rozmarzeniu, uśmiechaniu się) w połączeniu z teorią tego, czym jest „miłość” (że obejmuje ona chodzenie rozmarzonym i odczuwanie szczęścia), tak jakby intuicja była kompletnie nieistotna.

Różnica w tych odpowiedziach odzwierciedla systematyczny problem: naukowcy, którzy wpłynęli na nasze rozumienie mózgu, zostali dobrymi naukowcami, ponieważ upodobali sobie racjonalne myślenie oparte na dowodach. A jako tacy, bardziej byli skłonni uwierzyć, że racjonalne myślenie jest bardziej wartościowym procesem niż intuicja. Dlatego zanim odkryte zostały neurony lustrzane, w naszej wizji funkcjonowania mózgu w ogóle, a zwłaszcza w kwestii poznania społecznego, dominowała idea, zgodnie z którą mózg rozumie świat tak, jak naukowiec: dzięki zbieraniu dowodów i budowaniu racjonalnej teorii jego funkcjonowania w oparciu o te empiryczne dane.

Abstrakcyjna, racjonalna wizja naukowa zabetonowała się w głowach ludzi dlatego, że wpadli oni w pułapkę, którą moglibyśmy nazwać „błędem mózgu-komputer”. Mózgi, jak większość biologicznych obiektów, są trudne do zrozumienia, ponieważ nie zbudowaliśmy ich. Z drugiej strony komputery są łatwe do zrozumienia, przynajmniej dla inżynierów, którzy je skonstruowali. Gdy w latach 70. i 80. komputery stały się szeroko dostępne, wielu inżynierów zwróciło się ku naukom o mózgu, by szukać inspiracji do tego, jak konstruować jeszcze lepsze komputery. Nie ma w tym niczego złego, ale jednocześnie

naukowcy od mózgu zaczęli się przyglądać komputerom, by szukać wskazówek na temat pracy ludzkiego umysłu. Myśleli oni tak: jeśli komputer zachowuje się podobnie jak my, to cokolwiek odpowiada za „inteligencję” komputera, musi coś mówić na temat tego, co odpowiada za naszą inteligencję.

Oczywiście, porównywanie naszych mózgów do komputerów to błąd. Zarówno lampart, jak i ferrari, są szybkie, ale czy powinniśmy w związku z tym zakładać, że gdzieś w lamparcie musi skrywać się silnik spalinowy? Niestety, wielu kognitywistów mniej czy bardziej świadomie popadło w tego rodzaju błąd w rozumowaniu. Na przykład wielki pionier amerykańskiej sztucznej inteligencji, Doug Lenat, zaprojektował program komputerowy, który miał przypominać ludzkie myślenie. Zespół Lenata nakarmił ten algorytm milionem elementów wiedzy encyklopedycznej (stąd jego skrócona nazwa – „Cyc”), z czego większość stanowiły ustrukturyzowane w podobny sposób fakty na temat pozaspołecznego świata (np. „wszystkie samochody to maszyny” oraz „wszystkie maszyny kiedyś przestają działać”), a także świata ludzkiego („wszyscy ludzie to zwierzęta” i „wszystkie zwierzęta kiedyś się męczą”). Jeśli zapytasz „Cyca”, czy twój samochód może jeździć wiecznie, to wydedukuje on, że ze względu na to, że twój samochód to maszyna, a każda maszyna kiedyś przestaje działać, tak samo uczyni twój samochód. Odpowiedź na pytanie brzmi zatem: nie. Jeśli zapytasz, czy ty możesz prowadzić samochód w nieskończoność, program wykorzysta podobny sposób rozumowania i dojdzie do wniosku, że w końcu odczujesz zmęczenie i się zatrzymasz. Sam z siebie „Cyc” to wielki sukces. Jego zasoby pomagają mu wertować Internet i dostarczać przydatnych odpowiedzi na wiele pytań. Sukces tego świetnego programu niestety jednak został wzięty za dowód na to, że myślenie racjonalne stosowane przez „Cyca” wiarygodnie wyjaśnia również działanie naszego umysłu.

Jak się przekonamy, neurony lustrzane pokazują jednak, że myślenie abstrakcyjne to nie jest jedyny proces, którego używamy, obserwując zachowanie innych organizmów. Być może – o ironio – to „intuicyjna odpowiedź” naszej babci: „ponieważ to poczułam”, uchwytuje naszą naturę lepiej, niż wiele racjonalnych naukowych wizji umysłu jako logicznego, odcieleśnionego komputera przetwarzającego informacje.

**Przewidujemy czynności innych w oparciu o to, co zrobiliśmy sami**

W jaki sposób małpa przewiduje działanie innych małp albo ludzi? Czy wykorzystuje do tego abstrakcyjne reguły? Odpowiedź na to pytanie prawdopodobnie jest przecząca. Jak się przekonaliśmy, gdy małpa jest świadkiem zachowania innego osobnika, aktywują się u niej te same neurony kory przedruchowej, które normalnie byłyby aktywne, gdyby małpa sama wykonywała identyczną czynność.

W zachowaniu małpy sięganiu po orzeszek zazwyczaj towarzyszy chwytanie. W strukturze połączeń neuronów przedruchowych, aktywność zazwyczaj rozchodzi się od neuronów sięgania do neuronów chwytania. Obserwacja sięgania, dzięki neuronom lustrzanym przetworzona na przedmotoryczną aktywność, będzie mieć tę samą strukturę połączeń, czyli rozprzestrzeni się do neuronów chwytania. Uaktywnią się one zanim sam gest chwytania będzie mógł zostać zaobserwowany, pozwalając na predykcję cudzego zachowania, w oparciu o reguły, które rządzą zachowaniem samej małpy.

By sprawdzić, czy taki typ predykcji zachodzi w systemie neuronów lustrzanych, zmierzaliśmy aktywność neuronu lustrzanego, który reaguje, gdy małpa chwyta pomarańczę. Następnie członek naszego zespołu chwycił pomarańczę przed wzrokiem małpy, a wtedy ten sam neuron zareagował w momencie, gdy widać było, jak pomarańcza została chwycona. Oczywiście właśnie to robią neurony lustrzane. W sytuacjach, gdy pomarańcza została zabrana, a eksperymentator po prostu sięgał w kierunku, w którym wcześniej się znajdowała, neuron zwykle pozostawał beczynny. Wskazywało to, że dany neuron rzeczywiście kodował chwytanie obiektu, a nie wyłącznie otwieranie i zamykanie dłoni. Następnie przeprowadziliśmy kluczowy test. Przed pomarańczą umieszczono nieprzezroczysty ekran, tak że małpa widziała jedynie rękę sięgającą przed siebie i znikającą za ekranem. Połowa neuronów lustrzanych aktywowała się w tym przypadku z ukrytą pomarańczą, tak jakby mogły one wydedukować na podstawie widoku gestu sięgania, że dłoń zamierza chwycić pomarańczę, ponieważ sama małpa normalnie zrobiłaby to samo[3].

Co zrozumiałe, takie predykcje mogą być bardzo użyteczne. Jeśli małpa spostrzeże lamparta biegnącego w jej kierunku, który nagle znika za krzakiem, zdolność do przewidzenia chwytania za pomocą szczęk, które zaraz może nastąpić, daje małpie czas na wskoczenie na drzewo. W mniej dramatycznej sytuacji małpa może odnaleźć smakowity owoc. Obserwowanie innej małpy

sięgającej w jego kierunku może oznaczać utratę przekąski, o ile to zachowanie nie zostanie przewidziane, a owoc nie zostanie przeniesiony. W złożonym środowisku, w którym żyją małpy, bycie lepszym w przewidywaniu zachowania innych może oznaczać posiadanie więcej czasu na reakcję na nadchodzącą sytuację, jeżeli małpa się ich spodziewa.

Metoda małpy różni się fundamentalnie od sposobu, w jaki komputer przewidywałby zachowanie. Komputery nie sięgają po owoce ani ich nie zjadają – zatem nie mogą wykorzystać swojego własnego zachowania, by przewidywać ruchy zwierząt. Małpy, z drugiej strony, ciągle wykonują działania, które mogą wykonywać także inne osobniki. Mogą więc zmapować zachowanie swoich towarzyszy na własne ciało i jego zachowanie. Odtąd przewidywanie nie jest już oparte na zbiorze propozycyjalnych reguł, nabytych właśnie po to, by przewidywać zachowania innych, ale wykorzystuje maszynię, która rządzi zachowaniem i ciałem samego obserwatora, do przeprowadzenia symulacji tego, co obserwator zrobiłby w następnym kroku, zaś przewidywane zachowanie przypisane jest następnie obserwowanemu zwierzęciu. Klasyczny podział na siebie i innego, oraz na ciało i umysł, staje się w tym procesie rozmyty i przenikalny. *Umysłowa* funkcja przewidywania cudzego zachowania jest teraz oparta na neuronalnej reprezentacji *ciała* i działania samego obserwatora, staje się „ucieleśniona”, to znaczy oparta na ciele i w nim zakorzeniona<sup>[1]</sup>. Inny organizm jest zatem reprezentowany w częściach mózgu obserwatora, o których wcześniej myślano, że są wyspecjalizowane w zajmowaniu się samym sobą.

Wykorzystywanie samego siebie do symulacji innych osobników to ekonomiczna oraz elegancka forma przetwarzania informacji, ponieważ nie wymaga specjalnego zestawu reguł dotyczących innych osobników, tylko wykorzystuje maszynię wyspecjalizowaną w *wykonywaniu* własnych czynności oraz *przewidywaniu* cudzego zachowania. Odkrycie, że mózg faktycznie wykorzystuje tę formę ucieleśnionej symulacji, zmienia naszą wizję mózgu. Po raz pierwszy poznanie społeczne nie jest już jakąś starą formą przetwarzania informacji, ale bardzo specyficzną. Taką, która opiera się na podobieństwach pomiędzy organizmami. Nareszcie ma sens fakt, że łatwiej przewidujemy zachowanie chichoczącej pary przemykającej do sypialni na imprezie niż wynik rzutu kostką – jest tak dlatego, że jesteśmy ludźmi, a nie kostkami.

## **Rozumienie innych: jakie to uczucie, robić to samo**

Jak już się przekonaliśmy, stymulacja neuronów przedmotorycznych u ludzi nie wprawia po prostu mechanicznie ciała w ruch; wytwarza ona również mentalne stany towarzyszące zachowaniu, takie jak poczucie, że nasza ręka się ruszyła, nawet jeśli się to nie stało, albo poczucie chęci zrobienia czegoś („mam ochotę zrobić coś z moją ręką”)[2]. Aktywacje mierzone w tym obszarze, gdy małpa obserwuje zachowanie innych, mogą zatem generować świadome „odczucie” obserwowanego zachowania, wewnętrzne wrażenie takich działań, podobne do chęci zrobienia czegoś wywołanej stymulacją mózgu. Biorąc pod uwagę selektywność neuronów w korze przedmotorycznej dla poszczególnych czynności, często niezależną od precyzyjnego sposobu, w jakim działania te są wykonywane (chwytnie za pomocą prawej albo lewej ręki, a nawet za pomocą ust), możemy wnioskować, jakie aspekty działania są reprezentowane w przedmotorycznych aktywacjach. Okazują się nimi być przede wszystkim cele działania, a nie to, które mięśnie zostały wprawione w ruch. Dla przykładu: jeśli małpa widzi, że bierzesz lewą ręką pomarańczę, przedmotoryczna aktywność w pierwszym rzędzie dostarczy małpie poczucia, że chwytnie pomarańczę, a nie drobiazgowej sekwencji tego, jak kurczysz swój triceps, rozkładasz palce, zginasz je, kurczysz biceps itd. Jako takie, komórki kory przedruchowej nie są po prostu drobiazgowymi „przewidywaczami” nadchodzącego zachowania, ale także przenoszą poczucie celów czy intencji, a przez to zbliżają się nieco do tego, co nazwalibyśmy „rozumieniem intencji innych”.

Użyłem słowa „intencja” w bardzo przyziemnym znaczeniu, oznaczającym to, co agent chce osiągnąć. Trudno powiedzieć, czy małpy posiadają takie intencje, ale ich zachowanie jest zgodne z hipotezą, że je mają. Pamiętam wręczanie pianki marshmallow Florence, jednej z moich małp. Lubiła marshmallow, a jej dłoń szybko sięgnęła po nie. Kiedy dla zabawy zabrałem pianki, wstrząsnęła głową z wyrazem złości. U ludzi takiej złości towarzyszy poczucie, że ktoś bawi się czyimiś intencjami, co prowadzi mnie – poprzez symulacje w moim własnym umyśle – do przekonania, że małpy posiadają poczucie intencji, które przypomina moje.

Również słowa „rozumienie” używam w bardzo pragmatyczny sposób. Małpa może „poczuć” obserwowane działanie (np. chwytnie ręką pomarańczę za ekranem), podobnie jak pacjenci, których wyższe regiony motoryczne zostały

stymulowane, odczuwają ruch własnych rąk. Nie oznacza to, że małpa rozumie całą głębię naszych intencji (*dlatego* chcemy chwycić pomarańczę), ale pokazuje to, że rozumienie celów i predykcja działania są ściśle powiązаныmi zjawiskami i że neurony lustrzane mogą pomagać rozumieć bezpośredni cel obserwowanej czynności (np. otrzymanie pomarańczy).

Nawet ta pragmatyczna forma rozumienia intencji jest sama w sobie małym cudem. Moje pragnienie posiadania pomarańczy jest ukryte w mojej głowie, ale poprzez obserwację mojego zachowania, małpa rozumie moje ukryte wewnętrzne intencje. Dzięki neuronom lustrzanym małpa staje się jakby „telepatyczna”. Nie musimy postulować bogatego zestawu propozycjonalnych reguł, które pozwalają nam dedukować intencje z zachowania – wystarczy, że mózg małpy mapuje zachowanie innych osobników na własne zachowanie, w ten sposób aktywując poczucie obserwowanego działania poprzez ucieleśnioną symulację, które bardziej opiera się na maszynerii kontroli motorycznej niż na abstrakcyjnym myśleniu.

Nowa perspektywa, którą przyniósł powyższy paradygmat, jest znacznie bliższa naszemu doświadczeniu życiowemu. Nie musimy przecież ciągle rozmyślać i analizować, obserwując film z Jamesem Bondem, ale zamiast tego odczuwamy napinanie się naszych mięśni, gdy Bond napina swoje, i czujemy to, co czuje Bond. Oczywiście, abstrakcyjne myślenie może wiele dodać do takiej ucieleśnionej symulacji, pozwalając nam włączyć naszą wiedzę o tajnych agentach (brakuje nam w tym zakresie pierwszoosobowego doświadczenia) do naszych refleksji, ale to myślenie zdaje się nie być jedynym sposobem, przez który zyskujemy wgląd w inne jednostki. Przedświadoma ucieleśniona symulacja, wykonywana przez neurony lustrzane, może być fundamentem naszej społecznej intuicji.

### **Jak neurony lustrzane ułatwiają imitację**

Kiedy usłyszałem pierwszy wykład Vittoria na temat neuronów lustrzanych, pomyślałem, że takie neurony muszą być podłożem naszej zdolności do nauki robienia czegoś na podstawie obserwacji innych. W czasie gdy robiłem tam swój doktorat, Instytut Psychologii na Uniwersytecie w St. Andrews szczycił się posiadaniem dwójki światowej sławy ekspertów w dziedzinie badań poznania społecznego naczelných – Andy’ego Whitena i Dicka Byrne’a. Dzięki rozmowom



z nimi wiedziałem o tym, że małpy zwierzokształtne i człowiekowate uczą się czegoś, obserwując innych.

Najbardziej znanym przykładem takiego procesu uczenia się jest mycie batatów. Gdy młoda małpa znajdzie batata na ziemi, może go oczywiście od razu zacząć jeść, ale skrzypienie piasku między zębami byłoby nieprzyjemnym uczuciem. W Japonii zaobserwowano, że małpy (makaki japońskie) myją bataty w słonej wodzie w prostej procedurze, która usuwa z nich piach i nadaje im słony smak, który – jak wszyscy wiemy – sprawia, że są smaczniejsze. Co ciekawe, makaki japońskie są jedyną grupą małp, o których wiadomo, że myją bataty, a młode musiały się nauczyć od dorosłych, jak to robić. Mycie batatów stało się lokalną tradycją i często jest podawane jako przykład kultury, to jest transmisji wiedzy ramach społeczności. Biorąc pod uwagę to, jak ważna jest kultura dla naszego własnego gatunku, transmisja kulturowa u małp wzbudziła wielkie zainteresowanie. Centralnym pytaniem stało się to, w jaki sposób małpy-uczniowie uczą się od małp-nauczycieli.

Ktoś, kto słyszał o neuronach lustrzanych, mógłby pomyśleć: „Cóż, to proste. Obserwowanie kogoś innego myjącego bataty aktywuje odpowiednie neurony lustrzane, a wtedy uczeń zaczyna po prostu naśladować nauczyciela i myć własne bataty”. To samo i mnie przyszło do głowy. Ale każdy prymatolog, z którym rozmawiałem, powiedział mi, że małpy mogą mieć neurony lustrzane i mogą się uczyć na podstawie obserwacji, ale jednak one w najściślejszym sensie nie imitują.

Byłem zaskoczony, ale powiedziano mi, że ścisła imitacja nie jest po prostu uczeniem się na podstawie obserwacji, ale polega na zdolności dokładnego kopiowania ruchów, które demonstrator sam wykonał. Małpy uczą się osiągać cele, które obserwują, ale rozwijają własne sposoby osiągania tych celów. Podział na ścisłą imitację i uczenie się osiągania tego samego celu intrygował mnie przez lata. Tak naprawdę zacząłem rozumieć jego sens znacznie później, po serii badań, które przeprowadziliśmy na ludziach.

### 3. Odzwierciedlanie ludzi

Poznaliśmy się z Valerią w Parmie, na kursie wspinaczki skalnej. Ona kończyła swoje studia biologiczne, a ja zajmowałem się badaniami neuronów lustrzanych u małp. Nasze relacje rozwijały się po tym pierwszym spotkaniu powoli. Wpadaliśmy na siebie od czasu do czasu przy różnych okazjach, ale uświadomienie sobie, że czeka nas wspólna przyszłość, wymagało dopiero podróży, jedynie naszej dwójki, na konferencję w San Francisco. Powróciliśmy do Włoch po tej krótkiej wyprawie i dość szybko zamieszkaliśmy razem. Dwa lata później byliśmy już małżeństwem, a potem, w 2004 roku, przenieśliśmy się do Groningen w Holandii, by rozpocząć nowe ekscytujące wspólne przedsięwzięcie, jakim było otwarcie własnego laboratorium neuronaukowego w nowo utworzonym Centrum Neuroobrazowania, gdzie zamierzaliśmy badać system neuronów lustrzanych u ludzi. Ale gdy byliśmy zajęci planowaniem wesela, rozpoczynaniem nowego życia i otwieraniem naszego laboratorium, badania na neuronach lustrzanych postępowały w ogromnym tempie, co dostarczyło nam podstaw pod nasze własne eksperymenty.

#### **Obserwacja działania aktywuje nasze ciało**

Krótko po tym, jak zespół z Parmy po raz pierwszy zaobserwował neurony lustrzane u małp, neuronaukowcy z całego świata, zainteresowani poznaniem społecznym, zaczęli debatować nad tym, czy podobny system istnieje u ludzi. Niestety, zbadanie tego jest o wiele trudniejsze, ponieważ u ludzi najczęściej nie możemy mierzyć bezpośrednio aktywności neuronów. Jak dotąd jedynym sposobem rejestrowania aktywności pojedynczego neuronu jest wszczepianie cienkich elektrod do mózgu, podobnie jak robiliśmy to małpom. Stosowanie tej metody jest oczywiście ryzykowne. Elektrody mogą nieznacznie uszkodzić tkankę mózgu, podobnie jak cienka igła używana do wstrzyknięcia insuliny nieznacznie uszkadza skórę, przez którą się przebija. Ale w przeciwieństwie do skóry, mózg jest bardzo kiepski w regenerowaniu się. Nakłucie na skórze szybko się goi, ale udar mózgu, jak wszyscy aż nazbyt dobrze wiemy, często posiada nieodwracalne

konsekwencje. Wszczepiane elektrody mogą również otwierać furtkę infekcjom, a walka z infekcjami mózgu jest szczególnie trudna. Dlatego wszczepianie elektrod ludziom wyłącznie w celu badania neuronów lustrzanych jest w oczywisty sposób nieuzasadnione.

Skazani więc jesteśmy na to, by opierać nasze rozumienie ludzkiego systemu neuronów lustrzanych na dwóch podstawowych źródłach: tym, co wiemy o systemie neuronów lustrzanych u małp, oraz na użyciu metod nieinwazyjnych. Do tych ostatnich należą zwłaszcza skany mózgu, pozwalające na dostarczanie zbieżnych dowodów na obecność neuronów lustrzanych u ludzi. Zamiast sporządzać wyczerpującą listę wszystkich dowodów na to, że ludzie posiadają neurony lustrzane, przytoczę tylko dwa przykłady, które ilustrują, w jaki sposób słuchowy system lustrzany może być badany u ludzi<sup>[2]</sup>.

### **Magnesowanie neuronów lustrzanych**

Rok 2002, Ahmanson Lovelace Brain Mapping Center na Uniwersytecie Kalifornijskim w Los Angeles. Jak mi to później opisała Lisa Aziz-Zadeh, stała ona przed Peterem, który wygodnie rozsiadł się w fotelu i oparł głowę o zagłówek. Od jego ręki biegły kable, podłączone do komputera w sąsiednim pomieszczeniu. Kable podpięte zostały do niewielkich, okrągłych elektrod, przyklejonych na mięśniu znajdującym się pomiędzy kciukiem a palcem wskazującym. „Postaraj się zrelaksować”, powiedziała Lisa, ale jej uśmiech dawał do zrozumienia, że wiedziała doskonale, że to nie takie łatwe, gdy siedzi się w laboratorium, a ktoś nad twoją głową trzyma dziwaczne urządzenie w kształcie motyla, rodem z filmów science fiction.

Tym „motylem” jest cewka, przez którą można przesłać impuls elektryczny, który tworzy krótkotrwałe skupione pole magnetyczne, stymulujące mózg. „Tok!”. Cichy metaliczny dźwięk rozległ się z cewki, wskazując, że badanemu zaaplikowano właśnie impuls magnetyczny. Nic się nie wydarzyło. Ekran komputera mierzącego aktywność mięśni ręki Petera pokazywał płaską linię. Lisa przesunęła cewkę do tyłu. „Tok!” Tym razem drgnął jeden z palców Petera, a linia na ekranie komputera nieco się pofalowała. Lisa przymocowała cewkę do uchwytu. „A teraz słuchaj uważnie dźwięków” – powiedziała i wyszła z pokoju, zamykając za sobą drzwi.

Eksperyment się rozpoczął. Z głośnika wydobyły się dźwięki kroków, następnie odgłosy pisania na staromodnej maszynie, potem uderzenie pioruna, znowu stukanie w klawiaturę itd. Każdemu dźwiękowi towarzyszyły charakterystyczne „toknięcia”, gdy urządzenie do przeczaszkowej stymulacji magnetycznej (TMS) wysłało impuls magnetyczny.

Już po tym, jak uczestnik eksperymentu poszedł do domu, Lisa przeanalizowała dane, które zebrał komputer. Kiedy osoba badana wsłuchiwała się w odgłosy kroków albo burzy z piorunami, linia na ekranie tworzyła taki sam niewyraźny szlaczek jak wtedy, gdy odtwarzano odgłos grzmotu. Jednak gdy uczestnik badania przysłuchiwał się pisaniu na maszynie, taki sam impuls wysłany przez TMS prowadził do znacznie ostrzejszych odkształceń linii, a palec poruszał się wyraźniej. Co ciekawe, działało się to tylko wtedy, gdy cewka umieszczona była po lewej stronie głowy osoby badanej, ponad obszarem kontrolującym palce w korze przedruchowej, ale już nie po prawej stronie jego głowy[8].

Jeśli, tak jak małpy, posiadamy neurony lustrzane reagujące na dźwięk, to moglibyśmy się spodziewać, że słuchanie odgłosów wykonywania jakiejś czynności dłońmi będzie aktywować odpowiednie (odpowiedzialne za ruchy dłońmi) neurony kory przedmotorycznej, które wysyłają sygnały do obszarów pierwszorzędowej kory ruchowej, kontrolujących dłonie. Bez urządzenia do TMS słuchanie odgłosów robienia czegoś rękami to za mało, by nasze dłonie zaczęły się ruszać. Sam impuls wysłany przez TMS powoduje jedynie delikatne drgnięcie palca. Ale gdy użyjemy zarówno dźwięku, jak i impulsu, drgnięcie palca staje się na tyle duże, że można je zmierzyć. Eksperyment wykazał, że dźwięki robienia czegoś za pomocą rąk docierają do mięśni, których użylibyśmy do tych samych czynności – potrzeba tylko niewielkiej pomocy w postaci impulsu wysłanego przez TMS, żeby ten efekt mógł zostać zmierzony.

W naszym instytucie w Parmie, Luciano Fadiga przeprowadził podobny eksperyment kilka lat wcześniej, badając system wzrokowy. Użył on TMS-u do stymulowania obszaru pierwszorzędowej kory ruchowej, co wywoływało ruchy palców. Badani oglądali filmy z działaniami wykonywanymi rękami oraz bodźce kontrolne, takie jak obrazki różnych przedmiotów. Wyniki wskazywały, że gdy uczestnicy oglądali ruchy dłońmi, impuls wywoływany przez TMS prowadził do silniejszych drgnień palców.

Te eksperymenty z wykorzystaniem TMS-a wskazują, że widok oraz dźwięk czynności wykonywanej przez innych ludzi nakłada się na program motoryczny samego obserwatora, zgodnie z funkcjonowaniem neuronów lustrzanych. Ale gdzie w mózgu te rzeczy się nakładają?

## **Z Parmy do Holandii: dzień w nowym laboratorium**

Wiosna 2004 roku, Groningen, Holandia. Moja poślubiona przed kilkoma miesiącami żona, Valeria, przeniosła się razem ze mną do nowego kraju, do naszego nowego laboratorium. Nasz budzik właśnie zadzwonił. Jest szósta rano. Po sennym śniadaniu zakładamy kurtki przeciwdeszczowe i długie spodnie i idziemy po rowery. Pedalujemy z wysiłkiem pod wiatr i uderzający w twarz deszcz, by dostać się do „Neuroimaging Center”, w którym wówczas pracujemy<sup>[3]</sup>. Anita, pracująca w obsłudze technicznej, pozbawiona jest poczucia humoru, gdy chodzi o spóźnienia, a równocześnie czerpie sadystyczną przyjemność z wyznaczania nam najwcześniejszych terminów skanowania.

Parę minut później młoda Francuzka o imieniu Joyce, ubrana w niebieski strój przypominający pizamę, kładzie się na białym łóżku u wejścia do wielkiego tunelu, ze słuchawkami na uszach, unieruchomioną głową, wokół której znajduje się ogromna cewka, niczym klatka dla ptaków. Po naciśnięciu guzika Anita powoli wprowadza ją do tunelu. Joyce zaraz weźmie udział w badaniu neuroobrazowym za pomocą funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI), które, jak mamy nadzieję, ujawnią inne informacje od tych zebranych przy pomocy badań z wykorzystaniem TMS-u, dostarczając dalszych dowodów na to, że ludzie posiadają neurony lustrzane dla postrzeganych i słyszanych działań.

W pomieszczeniu ze skanerem fMRI rozlega się hałas pompowania ciekłego azotu, niezbędnego, by utrzymać magnesy w temperaturze około -185 stopni Celsjusza – to krytyczny zakres temperatury dla nadprzewodnictwa. fMRI jest potężną metodą mierzenia aktywności mózgu, która opiera się na tym, że jeśli wykorzystujemy jakąś konkretną jego część, to potrzebuje ona więcej tlenu. By spełnić tę potrzebę, ciało wysyła do tego obszaru mózgu więcej krwi. Umieszczając ludzi w silnym polu magnetycznym możliwe jest zlokalizowanie i zmierzenie tego zwiększonego przepływu krwi, w ten sposób mierząc – pośrednio – aktywność mózgu.

Ciężkie drzwi zamykają się, gdy Anita, Valeria i ja przechodzimy do pomieszczenia kontrolnego. Valeria bierze do ręki mikrofon. „Pamiętaj, Joyce, uważnie słuchaj pojawiających się dźwięków, a gdy usłyszysz jakiś z niewłaściwej kategorii, naciśnij przycisk”.

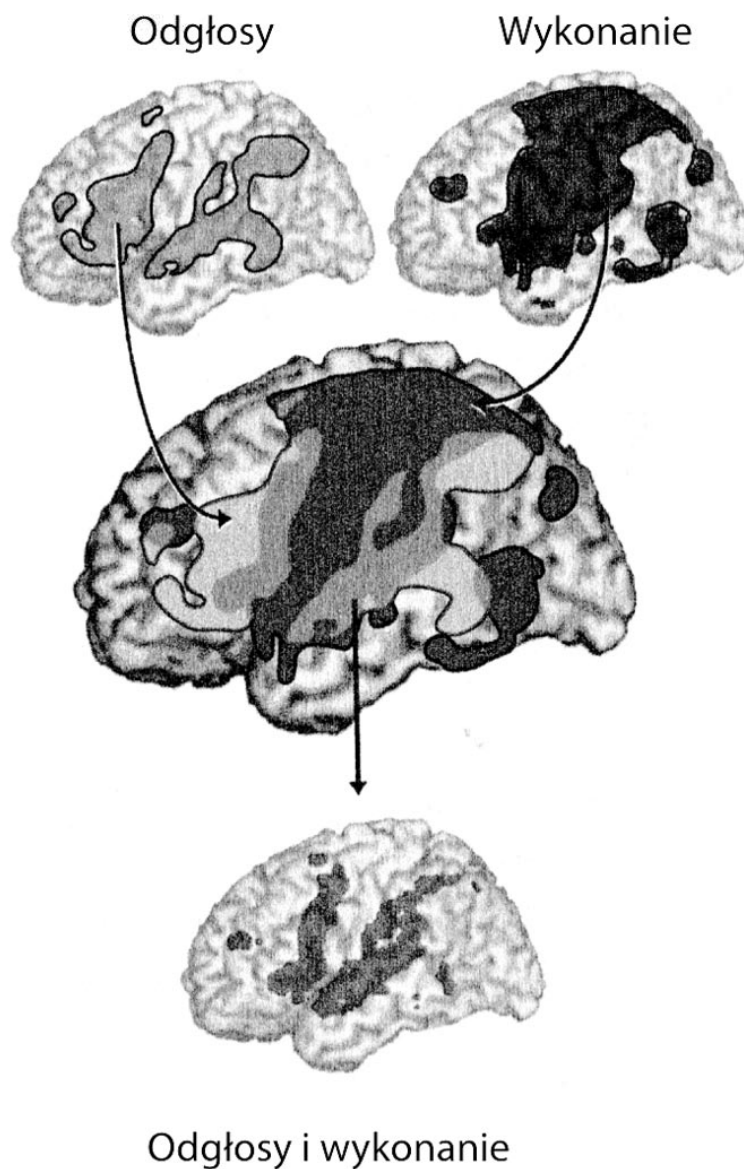
Anita wprowadza wagę Joyce oraz anonimowy numer uczestniczki eksperymentu do skanerowego komputera. Kilka kliknięć myszką później z pomieszczenia ze skanerem zaczyna dochodzić buczący odgłos, a na naszym ekranie pojawia się obraz mózgu Joyce. Valeria uruchamia komputer prezentujący bodźce, a Anita – skaner. Zamiast wcześniejszego buczącego dźwięku, skaner wytwarza teraz głośne, półtorasekundowe piknięcia, po czym cztery sekundy pracuje w ciszy, następnie znowu pika, i tak w kółko. Pomiedzy piknięciami Joyce słyszy przez słuchawki różne dźwięki, takie jak otwieranie puszek coca-coli i wlewanie płynu do szklanki, rozsuwanie zamka błyskawicznego czy rozrywanie kartki papieru. Po jakichś dwudziestu minutach skaner się zatrzymuje. Ekran naszego komputera wyświetla serię przekrojów mózgu Joyce, warstwa po warstwie.

Kilka minut później, już ubrana w swój normalny strój, Joyce wypełnia papierowy kwestionariusz (zob. Aneks). „Do zobaczenia za tydzień” – mówi do niej Valeria. Joyce kiwa głową. Brała już udział dwukrotnie w naszych badaniach. Za pierwszym razem pokazywaliśmy jej obrazki różnych przedmiotów oraz dłoni. Za drugim razem filmy z nagranyimi działaniami, takimi jak chwytanie przez ludzką rękę kieliszka wina, zamykanie ręką cukierniczki, a także te same czynności wykonywane dłonią robota. Następnym – i ostatnim – razem będzie chwytać przedmioty, badać je ustami i poruszać nimi pomiędzy palcami u nóg.

### **Rozumiemy odgłosy działania poprzez nasze własne działania**

Kilka tygodni później wstrzymujemy oddechy patrząc się w ekran, w oczekiwaniu na wyniki naszego pierwszego badania w Holandii. Jedna strona ekranu pokazuje rezultaty prób, w których uczestnicy, w tym Joyce, wykonywali różne czynności za pomocą swoich rąk i ust. Po drugiej stronie widzimy rezultaty tych testów, w których uczestnicy przysłuchiwali się takim samym czynnościom. To, co pojawia się na ekranie, jest niemal zbyt dobre, by było prawdziwe. Odgłosy działania wyraźnie aktywują te same obszary mózgu, co wykonywanie tych

czynności, chociaż słabiej (Rycina 3.1), a było to dokładnie tym, co mieliśmy nadzieję zobaczyć, jeśli założyć istnienie słuchowych neuronów lustrzanych w ludzkim mózgu.



**Rycina 3.1:** Aktywność wywołaną przez odgłosy działania pokazano jako lekko szary obszar na widoku mózgu z profilu (lewy górny róg), obok aktywności mierzonej wtedy, gdy uczestnicy wykonywali te same czynności w skanerze (prawy górny róg). Te dwa wzorce aktywności nachodzą na siebie w przedmotorycznym, ciemieniowym i skroniowym obszarze (dół ilustracji). Bezpośrednie porównanie (w środku) pokazuje, w jaki sposób odgłosy działania i wykonywanie działania współdzielą „lustrzane” regiony mózgu (średnio szary), podczas gdy pozostałe zamalowane obszary to strefy specyficzne dla odgłosów działania (lekko szary) i wykonywania działania (czarny).

Ale żeby taki system neuronów lustrzanych był przydatny, musi być selektywny. Odgłosy konkretnego działania powinny wywoływać aktywność



obszaru zaangażowanego w wykonywanie tego samego działania. U małp odkryliśmy, że neurony o różnych preferencjach dla konkretnego działania często znajdowały się bardzo blisko siebie. Neuron selektywny na rozbijanie znajdował się mniej niż pół milimetra od neuronu selektywnego na rozrywanie. Niestety, nie da się osiągnąć takiego poziomu szczegółowości przy pomocy fMRI, ze względu na jego ograniczoną przestrzenną rozdzielczość, która dzieli mózg na trójwymiarowe piksele, nazywane wokselami, o wymiarach kilku milimetrów sześciennych zawierających miliony neuronów. W jednym takim wokselu sygnały ze wszystkich tych neuronów mieszają się ze sobą, więc nawet jeśli wygląda to na działanie neuronów lustrzanych, określenie selektywności poszczególnych neuronów nie jest możliwe.

U małp odkryliśmy, że choć środkowa część kory przedmotorycznej, w której znajdują się neurony lustrzane, często reaguje na wykonywanie działań dłońmi i ustami, górna część kory przedmotorycznej zawiera głównie neurony lustrzane odpowiadające na ruchy dłońmi, a część dolna – takie, które reagują na ruchy ustami. Mając punkt zaczepienia w tych górnych i dolnych sektorach, nawet z ograniczoną rozdzielczością przestrzenną fMRI, można spodziewać się, że górne obszary będą reagowały silniej, gdy ludzie wykonują gesty rękami i gdy słyszą wykonywanie takich gestów przez innych ludzi, ale słabiej, gdy robią coś ustami albo słuchają, jak ktoś inny coś takiego robi. W przypadku dolnych obszarów powinno być dokładnie odwrotnie.

Analizując uważniej nasze dane, właśnie to odkryliśmy[9]. Wiele obszarów kory przedmotorycznej aktywowało się, gdy ludzie wykonywali działania zarówno za pomocą dłoni, jak i ust, ale górne części były bardziej aktywne dla czynności wykonywanych dłońmi, a dolne – w przypadku ust. Ten sam wzorzec aktywacji pojawiał się w przypadku odgłosów działania. Byliśmy bardzo podekscytowani tym odkryciem. Zaledwie dwa lata po tym, jak ustaliliśmy istnienie słuchowych neuronów lustrzanych u małp, za pomocą fMRI mogliśmy się przekonać, że podobnie selektywny system zdaje się istnieć u ludzi.

Za pomocą samych badań fMRI nie da się udowodnić istnienia słuchowych neuronów lustrzanych u ludzi, ze względu na wspomniane ograniczenia tej metody pod kątem rozdzielczości przestrzennej. Fakt, że to samo miejsce na obrazie fMRI jest aktywne podczas postrzegania jakiegoś działania i wykonywania go osobiście, można tłumaczyć aktywnością neuronów lustrzanych w obu tych

przypadkach. Teoretycznie może to jednak także oznaczać, że dwa osobne zbiory neuronów, niewykazujących właściwości „lustrzanych”, angażują się w obu przypadkach – pierwszy reaguje tylko na postrzeganie działania innych ludzi, a sąsiedni, ale jednak inny zbiór, aktywuje się, gdy sami wykonujemy te same czynności. Biorąc pod uwagę fakt, że neuron mierzy mniej niż jedną setną milimetra, a rozdzielczość fMRI to jakieś dwa milimetry, nie da się wybrać jednej z tych dwóch alternatywnych odpowiedzi wyłącznie przy korzystaniu z tej jednej metody. Posłużmy się analogią: jako dziecko wierzyłem, że każdy piksel naszego telewizora jest w stanie pokazywać wszystkie możliwe kolory z całego spektrum. Ale gdy użyłem szkła powiększającego, zauważyłem, że każdy piksel tak naprawdę składa się z różnych elementów, z których każdy może reprezentować tylko jeden podstawowy kolor. Czy coś podobnego może być prawdziwe również dla naszych wokseli fMRI?

Dwa powody kazały nam wierzyć, że eksperyment fMRI dał takie, a nie inne wyniki, właśnie ze względu na obecność neuronów lustrzanych. Po pierwsze, kora przedmotoryczna, która reagowała zarówno podczas wykonywania działań jak i ich odgłosów, odpowiada obszarom, w których odkryliśmy słuchowe neurony lustrzane u małp, co sugeruje, że także u ludzi może ona zawierać słuchowe neurony lustrzane. Po drugie, badanie z użyciem TMS-a dowiodło, że gdzieś w mózgu motoryczne neurony muszą reagować na odgłosy działania, ponieważ aby motoryczna reakcja dłoni osoby badanej sumowała odgłos działania i impuls TMS-u, sygnał dźwiękowy musi jakoś nakładać się na motoryczny sygnał dłoni. Eksperyment z użyciem fMRI pokazał, że najbardziej prawdopodobnym obszarem tego nakładania się są neurony lustrzane kory przedmotorycznej. Podsumowując, badania fMRI pokazały nam, gdzie te sygnały się zbiegają, zaś badania z użyciem TMS-u – że faktycznie na siebie nachodzą. Gdybyśmy nie odkryli słuchowych neuronów lustrzanych u małp, ludzie ciągle mogli wątpić w nasze nowe odkrycie, ale to wszystko razem przekonuje, że istnienie słuchowych neuronów lustrzanych u ludzi jest bliskie pewności.

Od tamtej pory wiele innych badań jeszcze mocniej potwierdziło naszą konkluzję. Najbardziej spektakularne badanie przeprowadzili moi koledzy Roy Mukamel i Marco Iacoboni na Uniwersytecie Kalifornijskim w Los Angeles, wspólnie z neurochirurgiem Itzhakiem Friedem z tej samej uczelni. Wyniki tego badania opublikowane zostały w 2010 roku. Itzhak Fried jest neurochirurgiem, do

którego trafiają pacjenci z lekooporną padaczką. Jeśli podejrzewa, że konkretny obszar mózgu jest źródłem napadów padaczkowych, wszczepia niewielkie elektrody do tego regionu, by potwierdzić swoje podejrzenia. Jeśli te elektrody faktycznie zmierzają spontaniczną aktywność padaczkową, można chirurgicznie usunąć te obszary, lecąc w ten sposób pacjenta z epilepsji. Podczas okresu, w którym elektrody mierzą aktywność mózgu, pacjenci po prostu leżą w łóżku i czekają na spontaniczne napady epilepsji. Może to trwać kilka dni. W tym czasie elektrody, które zostały wszczepione z powodów medycznych, mogą dostarczyć neuronaukowcom unikalnej szansy do bezpośredniego zarejestrowania aktywności pojedynczych neuronów w ludzkim mózgu, bez wywoływania jakiegokolwiek dodatkowego ryzyka dla pacjenta. Wielu pacjentów cierpiących na różne problemy neurologiczne, takie jak epilepsja, jest chętnych przyczyniać się do lepszego rozumienia działania mózgu i zgłaszają się na ochotnika do eksperymentów naukowych. Roy Mukamel i Marco Iacoboni zdecydowali się więc zbadać, czy będą w stanie bezpośrednio zmierzyć aktywność neuronów lustrzanych u ludzi za pomocą tych elektrod. Z medycznych powodów wielu pacjentom wszczepiono elektrody w obszarze dodatkowego pola ruchowego (SMA), czyli obszaru ruchowego, który nie różni się aż tak bardzo od kory przedruchowej, w której pierwotnie odkryto istnienie neuronów lustrzanych. Ku swojemu zachwytowi, Roy i Marco odkryli, że kilka neuronów w tym obszarze ruchowym aktywowało się nie tylko wtedy, gdy pacjent chwycił niewielkie obiekty, ale również wtedy, gdy pacjenci oglądali filmy, na których inni ludzie chwyтали podobne przedmioty. Kilka innych neuronów reagowało zarówno wtedy, gdy pacjent proszony był, by wykonać jakiś wyraz mimiczny, oraz wtedy, gdy oglądał ten wyraz mimiczny na cudzej twarzy[10]. Zebrane razem te wszystkie badania dostarczają niepodważalnych dowodów na to, że neurony lustrzane występują również u ludzi[11].

### **System lustrzany obejmuje kilka obszarów mózgu**

Badania z wykorzystaniem fMRI oraz pozytonowej tomografii emisyjnej (PET) precyzyjnie wskazały, w których częściach mózgu aktywność wzbudzana jest zarówno przez widok i odgłosy, jak i wykonywanie działania. Dwie z tych części to kora przedmotoryczna oraz tylne fragmenty płata ciemieniowego – to te same obszary, w których u małp znalezione zostały neurony lustrzane.

Trzecim regionem częstej aktywacji są obszary kory wzrokowej zlokalizowane w płacie skroniowym. Wspólnie z Davidem Perrettem badaliśmy właściwości neuronów z tego regionu podczas moich studiów doktoranckich w Szkocji. U małp neurony kory wzrokowej reagują na widok twarzy i wyrazów mimicznych, na widok ruchów oraz ludzkiego ciała, a także na odgłosy działania. Ale w przeciwieństwie do neuronów lustrzanych kory przedmotorycznej oraz tych z płata ciemieniowego, komórki z tego obszaru wzrokowego nie reagują podczas wykonywania działania przez samą małpę. Jari Hietanen i David Perrett przebadali te neurony, które reagują na widok podnoszonej ręki i odkryli, że gdy małpa sama podnosi własną dłoń, to tylko połowa tych samych neuronów silnie reaguje na prezentowane bodźce wzrokowe[12]. Gdyby to były czysto wzrokowe neurony, to powinny reagować równie silnie w obu przypadkach. Z pewnej perspektywy ma to sens, że tak nie reagują. Gdy ruszam swoją dłoń, nie muszę zwracać uwagi na ruch dłoni, ponieważ tak czy siak wiem, co robię. By osiągnąć taką regulację w dół moich własnych ruchów, mózg musiałby wysyłać kopię sygnałów motorycznych, które wprawiają rękę w ruch, do płata skroniowego i selektywnie hamować neurony o odpowiednich właściwościach wzrokowych. Taki proces wymaga energii i może być tym, co zwiększa przepływ krwi w korze wzrokowej, gdy uczestnicy wykonują czynności podczas badań fMRI.

Łaskotanie obejmuje doświadczenie odrywania własnego ruchu od przetwarzania sygnałów sensorycznych. Sarah-Jayne Blakemore, która prowadziła rozległe badania nad fenomenem łaskotania się, zbudowała maszynę do łaskotania[13]. Uczestnicy jej badania łaskotali samych siebie, poruszając joystickiem, który kontrolował niewielkiego robota. Kiedy robot poruszał się synchronicznie z joystickiem, badani nie czuli łaskotek. Ale gdy Sarah-Jayne wprowadziła opóźnienie pomiędzy ruchem joysticka a robotem, uczestnicy nagle mogli się łaskotać, co wskazuje na to, że wygaszanie naszych własnych ruchów jest bardzo selektywnym procesem, który usuwa ściśle konsekwencje tego, co robimy, z naszych sensorycznych danych wejściowych. Jeśli konsekwencje są opóźnione w czasie, mogą wymknąć się selektywnej bramce i możemy się sami połaskotać[81].

Ciekawą własnością tego wygaszania jest to, że wymaga ono odwrócenia procesu, który wykorzystywany jest w neuronach lustrzanych. Neurony lustrzane tłumaczą bodźce zmysłowe (działanie, które widzę) na słownik motoryczny

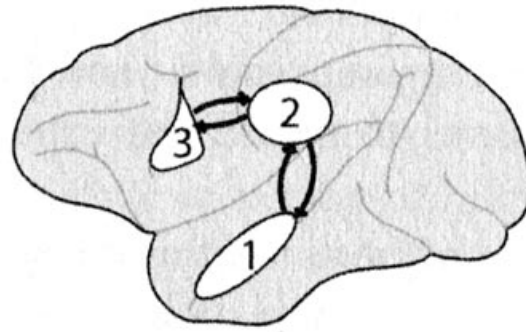
(czynność, którą wykonuję). Aby jednak wygasić konsekwencje naszych własnych ruchów, mózg musi przetworzyć motoryczną czynność, którą planuje wykonać, na sensoryczny słownik tego, co zobaczę, aby oderwać to z deskrypcji wzrokowej. Mózg zatem stale tłumaczy w jedną i drugą stronę pomiędzy słownikami motorycznym i zmysłowym, co również ma tę zaletę, że jeśli nasze własne ruchy nie wyglądają na to, czego się spodziewaliśmy, ten proces zneutralizuje aspekty, których oczekujemy, ale pozostawi i uwydatni te, których nie potrafiliśmy przewidzieć, dostarczając niejako cennej wiadomości o „błędzie”. Pamiętam, jak kiedyś obudziłem się rankiem, gdy leżeliśmy w łóżku z Valerią na plecach, z przeplecionymi nogami. Spojrzałem na nasze stopy i byłem przekonany, że pewna z nich należy do mnie. Ale gdy próbowałem nią potrząsnąć, poruszyła się zupełnie inna! Widok tego był bardzo dziwaczny i zaskakujący. Mój program motoryczny w jakiś sposób wygasił ruch niewłaściwej stopy, sprawiając, że widok tej drugiej stopy poruszającej się był przejmująco dobitny.

Cały obwód lustrzany składa się zatem z rdzennego obwodu obszarów przedmotorycznych i ciemieniowych, zawierających neurony lustrzane, oraz trzeciego obszaru w korze skroniowej, ściśle powiązanego z tamtymi dwoma obszarami. Ten obszar w płacie skroniowym dostarcza danych wzrokowych do rdzennych obszarów lustrzanych, a w zamian odbiera informacje o intencjach motorycznych, których używa, by wygasić przewidywane wzrokowe konsekwencje tych ruchów. Ta sytuacja bardzo przypomina to, co dzieje się u małp (Rycina 3.2), co sugeruje, że systemy lustrzane ludzi i makaków mogą w istocie pochodzić od wspólnego przodka. Biorąc pod uwagę to, że jak widzieliśmy, funkcje neuronów lustrzanych określone są przez ich połączenia, to aby pojąć system lustrzany, musimy zrozumieć, jakie połączenia pozwalają neuronom w tym systemie posiadać własności lustrzane.

## **System neuronów lustrzanych**



mózg ludzki



mózg małpy

**Rycina 3.2:** Zarówno u ludzi (po lewej), jak i małp (po prawej), system neuronów obejmuje obszary wzrokowe wysokiego poziomu zlokalizowane w płacie skroniowym (1), obszar ciemieniowy (2) oraz korę przedmotoryczną (3). Wiemy, że u małp istnieją połączenia nerwowe pomiędzy 1 i 2 oraz pomiędzy 2 i 3, ale nie ma ich pomiędzy 1 i 3.

Kwestia tego, w jaki sposób neurony lustrzane odbierają sygnały, nie jest trywialna. U małp możemy badać połączenia korzystając z bardzo precyzyjnych metod. Jedną z technik wiąże się z użyciem rośliny, chrzanu pospolitego, który zawiera enzym nazywany peroksydazą chrzanową, albo HRP (od ang. *horseradish peroxidase*), która ma pewną szczególną własność – jest pobierana przez neurony i transmitowana w kierunku przeciwnym do normalnego przebiegu informacji. Neurony sumują swoje pobudzenia w ciele komórkowym i jeśli przekracza ono pewien próg, wysyłają wzdłuż aksonu potencjał czynnościowy jako sygnał wyjściowy, który kończy się na synapsach, gdzie aktywność przekazywana jest do następnego neuronu. HRP, z drugiej strony, jest transportowany przez neuron w przeciwnym kierunku – od zakończeń synaptycznych, wstecz, wzdłuż aksonu, do ciała komórki. Jeśli wstrzykniesz HRP małpie do kory przedruchowej, to związek ten zostanie przetransportowany wstecz do płata ciemieniowego. Co ciekawe, jeśli wstrzykniesz HRP do płata ciemieniowego, spora część dawki zostanie przetransportowana wstecz do kory przedruchowej, co pokazuje, że te dwa obszary są wzajemnie połączone, ale jednocześnie część związku jest transportowana także w kierunku kory wzrokowej. Wstrzyknięcie HRP do kory wzrokowej z kolei prowadzi do jego transportu z powrotem do płata ciemieniowego, ujawniając kolejne wzajemne powiązania.

Wszystkie te badania zebrane razem sugerują, że gdy oglądamy innych w działaniu, sygnał wzrokowy podróżuje od oka poprzez serię kolejnych kroków przetwarzania wzrokowego, które prowadzą do aktywacji neuronów wzrokowych w płacie skroniowym, gdzie neurony reagują na widok ruchów ciała i wyrazy mimiczne. Stamtąd sygnał biegnie do płata ciemieniowego, a od niego – do kory przedruchowej. Pomiedzy tymi przejściami informacja wzrokowa tłumaczona jest na coraz bardziej motoryczną informację, jako że zarówno w płacie ciemieniowym, jak i korze przedmotorycznej odkryte zostały neurony, które aktywują się również podczas wykonywania działania. Wydaje się, że podczas wykonywania działania następuje odwrotny przepływ informacji. Ruchowa aktywność w obszarach przedmotorycznych i ciemieniowych jest wysyłana wstecz do kory wzrokowej, by wygasić oczekiwane konsekwencje naszych własnych czynności.

Neurony lustrzane wykorzystują ten system, by ułatwić pracę z innymi, w celu wykonywania skoordynowanych zadań. Na przykład, jeśli poproszę cię, byś pomógł mi przenieść stół obiadowy, który został już rozłożony, musi być on utrzymany poziomo. Zaczynam podnosić stół, co generuje przepływ informacji z moich obszarów przedruchowych do mojej kory wzrokowej. Jednocześnie widzę, że ty również zaczynasz podnosić stół, co wywołuje przepływ informacji z twojej kory przedruchowej do twojego ciała, a stamtąd, do moich oczu, mojej kory wzrokowej i moich neuronów lustrzanych z kory przedruchowej. Widok ciebie podnoszącego stół aktywuje moje własne neurony podnoszenia, co ułatwia wykonanie mojej poprawnej reakcji podniesienia stołu jeszcze bardziej, by utrzymać go w poziomie, co z kolei spowoduje, że informacje z mojej kory przedmotorycznej spłyną do mojej kory wzrokowej, ale również z mojej kory przedmotorycznej do twojej kory wzrokowej, jako że śledzisz moje ruchy – i tak dalej. Całe to działanie nie jest więc po prostu jakimś sekwencyjnym wymianianiem się informacji. Tutaj raczej dwa mózgi stają się pojedynczym połączonym procesem regulacji. Tym, co łączy nasze mózgi, jest sposób, w jaki neurony lustrzane prowadzą zarówno do działania, jak i percepcji działania innych. Z perspektywy mózgu, świat zewnętrzny, złożony z naszych ciał oraz stołu, staje się interfejsem pomiędzy naszymi mózgami, a złożony przepływ informacji jest tak precyzyjnie dostrojony, że często jesteśmy w stanie nie rozlać nawet kropelki wina ze szklanki, którą przenosimy na stole.

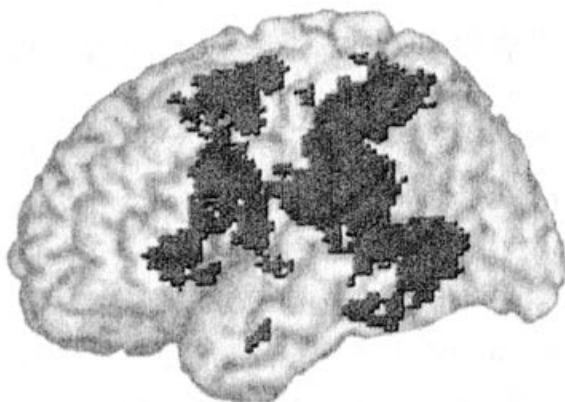
Miliony lat ewolucji wymyśliły ten zmysłny system, który pozwala nam wykonać wielki ewolucyjny skok robienia razem tego, czego żaden z nas nie mógłby zrobić samodzielnie. Z początku te interakcje mogły obejmować poruszanie ciężkich przedmiotów, polowanie na duże zwierzęta albo koordynację naszej obrony. Teraz obejmują budowę statków kosmicznych w zespołach złożonych z tysięcy ludzi i rozwijanie naszych kultur technologicznych, poprzez wspólną pracę i uczenie się od siebie nawzajem.

### **Empatyczne jednostki odzwierciedlają silniej**

Koncepcja systemu lustrzanego nierozzerwalnie łączy się z przekonaniem, że ludzie, którzy są bardziej empatyczni, posiadają silniejszy system lustrzany. Nie wszyscy jesteśmy równie empatyczni. Niektórzy oglądają filmy takie jak *Doktor No* i nie odczuwają żadnego dyskomfortu, gdy pajak spaceruje po ciele Bonda. Na innych ta scena działa tak bardzo, że muszą się odwrócić i zakryć oczy. By dowiedzieć się, ile w tobie jest empatii, możesz zajrzeć na koniec tej książki – w Aneksie znajdziesz kwestionariusz opracowany przez Marka Davisa z Uniwersytetu Tekszańskiego w Austin[14, 15]. W oparciu o twoje odpowiedzi test powie ci, jak bardzo jesteś empatyczny/a.



Silne przyjmowanie perspektywy



Słabe przyjmowanie perspektywy



**Rycina 3.3:** Podczas gdy u osób z wysokimi wynikami w skali Przyjmowania Perspektywy silniej aktywuje się system lustrzany w czasie słuchania odgłosów działania innych osób (lewa strona), osoby z niskim wynikiem w skali Przyjmowania Perspektywy wykazują się znacznie słabszymi aktywacjami.

Jeśli uzyskasz bardzo wysoki wynik, będziesz mógł/a się spodziewać, że twój mózg bardzo silnie odzwierciedla działanie innych osób. Jeśli uzyskasz niski wynik, możesz się spodziewać czegoś przeciwnego. Właśnie takie wyniki uzyskaliśmy w naszym badaniu[9]. Pamiętajcie pewnie nasz eksperyment z użyciem fMRI – poprosiliśmy Joyce i innych uczestników, by wypełnili dokładnie taki kwestionariusz. Następnie wybraliśmy sześć osób, które uzyskały najwyższe wyniki w skali Przyjmowania Perspektywy oraz sześć osób z najniższymi wynikami i zmierzaliśmy, jak bardzo w obu grupach aktywowały się ich własne programy motoryczne, gdy przysłuchiwali się działaniu innych osób. Rezultaty były wręcz uderzające. Podczas gdy sześć osób, które zdobyły najwięcej punktów w skali Przyjmowania Perspektywy, wykazało silne aktywacje lustrzane w obszarach mózgu związanych z wykonywaniem ruchów dłońmi, szóstka osób o najniższych wynikach w skali Przyjmowania Perspektywy nie wykazała żadnej istotnej aktywności lustrzanej (zob. Rycina 3.3)[9]. Była to pierwsza demonstracja tego, że różnice w systemie lustrzanym dotyczącym działania idą ramię w ramię z tym, jak łatwo ludzie wślizgują się w skórę innych osób.

Co ciekawe, nie wszystkie aspekty empatii prognozowały równie dobrze to, czy ktoś będzie miał silniejsze aktywacje w systemie lustrzanym. W przeciwieństwie do skali Przyjmowania Perspektywy, bardziej emocjonalne aspekty empatii, uchwytywane w ramach podskali Troska Emocjonalna oraz Niepokój Osobisty, nie pozwalały przewidywać, czy dana osoba będzie mieć silniejsze, czy słabsze aktywacje lustrzane. A zatem aktywacje w systemie lustrzanym działania wydają się mieć więcej wspólnego z rozumieniem celów i motywacji innych osób, co właśnie mierzy skala Przyjmowania Perspektywy, niż z podzieleniem ich bólu czy niepokoju.

Jeśli uzyskałeś/aś niski wynik na skali Przyjmowania Perspektywy, nie oznacza to jednak, że brakuje ci systemu lustrzanego. Jeśli naprawdę spróbujesz poczuć, jak by to było wykonywać to samo działanie, któremu się właśnie przysłuchiwałeś/aś, twój system lustrzany także zacząłby być aktywny. Jeśli jednak nie starałbyś/abyś się tego zrobić, to u bardziej empatycznych osób aktywacje będą silniejsze.

Ciągle jednak nie wiemy, w jaki sposób wynik na skali Przyjmowania Perspektywy powiązany jest z aktywnością w twoim systemie lustrzanym. Neurony lustrzane są rezultatem szczególnego wzorca połączeń pomiędzy wzrokowymi, słuchowymi i związanymi z ruchem obszarami mózgu. Może być tak, że im silniejsze są te połączenia, tym bardziej automatycznie podzielimy działania innych i tym bardziej jesteśmy wciągani w przyjmowanie ich perspektywy. Zgodnie z tym poglądem osoby, które muszą odwracać wzrok od brutalnych scen w filmach, robią to, ponieważ ich połączenia między tymi obszarami mózgu są silniejsze.

Z drugiej strony może być też tak, że te podstawowe połączenia nie są kluczową kwestią. Zamiast tego, inne mózgowo mechanizmy mogą modulować nasze podzielenie działania, wliczając w to selektywną uwagę. Jeśli kierujesz strumień twojej mentalnej uwagi na konkretny aspekt albo miejsce w świecie zewnętrznym czy w swoim własnym ciele, to neuronalna reakcja na obiekty, na których się skupiasz, zwiększa się, kosztem neuronalnych reprezentacji innych aspektów. Eksperymenty na małpach w istocie pokazują, jak silny może być efekt selektywnej uwagi. Jeśli zadanie małpy polega na ignorowaniu poziomych linii i naciskaniu przycisku tylko wtedy, gdy linie pionowe zaczną migać, reakcja kory wzrokowej na pomijane linie poziome niemal całkowicie zniknie, tak jakby

selektywna uwaga wymazała takie linie z obrazu[16]. Jednocześnie reakcja na linie pionowe jest zwiększona. Być może osoby o wyższych wynikach w skali Przyjmowania Perspektywy po prostu zwracają więcej uwagi na działania innych, w ten sposób zwiększając przetwarzanie tych działań w korze wzrokowej i słuchowej. Te silniejsze aktywacje są następnie przesyłane przez połączenia systemu lustrzanego, prowadząc do silniejszych aktywacji lustrzanych nawet bez potrzeby posiadania silniejszych połączeń.

Te dwa wyjaśnienia wymagają dalszego zbadania, jako że mają bardzo różne konsekwencje w kategoriach tego, jak bardzo możemy manipulować siłą reakcji naszego własnego systemu lustrzanego. Zmodyfikowanie połączeń byłoby trudne, ale uwagę da się znacznie bardziej elastycznie przekierować i jest ona łatwo dostępna poznawczo-behawioralnym procedurom.

## 4. Urodzeni do życia w społeczeństwie

Odkrycie neuronów lustrzanych było prawdziwym zaskoczeniem dla większości naukowców. Pozwalają nam one przyjrzeć się sztuczkom, których używa mózg, by zrozumieć innych ludzi. Większość z nas zgodziłaby się pewnie, że podstawowa wiedza z fizyki i inżynierii zwiększa bezpieczeństwo pilota samolotu i sprawia, że skuteczniej porusza się on w powietrzu. Podobnie podstawowa wiedza na temat funkcjonowania neuronów lustrzanych pozwala nam odrobinę zręczniejsz poruszać się w naszym świecie społecznym.

### **Nauczenie się, jak wykonać daną czynność, zmienia naszą percepcję**

W klasycznej wizji funkcjonowania mózgu proces rozumienia innych osobników opiera się na wyspecjalizowanych systemach mózgowych, które są odseparowane od systemów odpowiedzialnych za nasze własne działanie. W duchu tej wizji twoje własne umiejętności motoryczne powinny mieć ograniczony oraz pośredni wpływ na twoją percepcję cudzego działania. W świetle neuronów lustrzanych sytuacja zmienia się diametralnie. Jeśli interpretujemy działanie innych ludzi poprzez nasze własne programy motoryczne, to będą mieć one przemożny wpływ na naszą percepcję innych osób. Moja żona Valeria gra na fortepianie od ponad dziesięciu lat. Czy sprawia to, że słuchanie utworu wykonanego na fortepianie odczuwa ona inaczej niż ja, który nigdy nie zagrałem na tym instrumencie? Bez wątplenia! Może ona przetworzyć dźwięk na program motoryczny grania, czego ja nie potrafię.

Marc Bangert wraz ze swoim zespołem z Uniwersytetu w Hanowerze w Niemczech zbadał to zjawisko w 2006 roku. Porównali oni grupę osób, która nigdy nie grała na fortepianie, z grupą, która intensywnie ćwiczyła przez wiele lat. Obie grupy słuchały nagrań koncertu pianistycznego wykonanego, podczas gdy naukowcy mierzyli aktywność ich mózgow. W mózgach osób, które nigdy nie grały na fortepianie, nie pojawiła się żadna aktywność w korze przedmotorycznej – w przeciwieństwie do doświadczonych pianistów, u których automatycznie

aktywowały się przedmotoryczne programy związane z grą. W jakiś sposób, ucząc się gry na fortepianie, zmienili oni metodę słuchania muzyki granej na tym instrumencie. Nieoczekiwanie nie tylko słyszeli muzykę fortepianową swoimi uszami, ale również zaczęli percypować ją poprzez ruchy ich własnych palców – czego nie obserwowano w grupie nowicjuszy[17]. Sugeruje to, że słuchowy system lustrzany, który zbadaliśmy przy pomocy odgłosów działania, może zostać rozszerzony na zupełnie nowe czynności, takie jak gra na instrumencie muzycznym. Nasz system lustrzany nie jest więc całkowicie zdeterminowany w momencie urodzenia, ale może być wzmocniony przez doświadczenia, które zmieniają sposób, w jaki odbieramy cudze działanie.

Zwiększenie reakcji odzwierciedlania u ekspertów może być związane z faktem, że profesjonalni pianiści bardzo lubią fortepianową muzykę i często jej słuchają, albo z faktem, że dużo grają na fortepianie. Aby rozstrzygnąć, które z tych wyjaśnień jest poprawne, jeszcze w tym samym roku hiszpańska neurobiolożka Beatriz Calvo-Merino wraz ze współpracownikami z University College w Londynie zwrócili się do tancerzy baletowych. Baletnice i baletnicy trenują wspólnie, więc często oglądają ruchy właściwe dla drugiej płci. I choć wiele ruchów jest wspólnych zarówno dla baletnic, jak i baletników, niektóre są przypisane tylko dla pań lub panów. Takie specyficzne dla płci ruchy dają więc szansę odróżnienia efektów oglądania cudzego zachowania, oraz zainteresowania nim, od efektów samodzielnego wykonywania danego działania. Gdy wspomnieni badacze wyświetlili ruchy typowe dla płci zarówno zawodowym baletnicom, jak i baletnikom, obie płcie wykazały pewne aktywacje lustrzane dla wszystkich ruchów, ale kobiety wykazywały silniejsze aktywacje lustrzane dla ruchów damskich, a mężczyźni – dla męskich[18].

Różnica w reakcjach sugeruje, że system lustrzany może reagować na ruchy, których szczegóły nie znajdują się w twoim własnym słowniku motorycznym, podobnie jak znane nam z poprzednich rozdziałów szeroko kongruentne neurony lustrzane. Silniejsza reakcja odzwierciedlania występuje jednakże na widok ruchów, które były osobiście wielokrotnie wykonywane. Odkrycie neuronów lustrzanych pozwala zatem z nowej perspektywy spojrzeć na znane zjawisko: po opanowaniu nowego sportu, jego oglądanie w telewizji staje się znacznie bardziej wciągające. Możemy postrzegać podstawowe ruchy sportów i czynności, których

nigdy nie wykonywaliśmy, ale aktywności, w których jesteśmy wytrenowani, odbieramy w znacznie bogatszy sposób.

Ciągle pamiętam efekt, jaki wywarł na mnie kurs szermierki. Zanim nauczyłem się fechtunku, oglądanie tego sportu podczas igrzysk olimpijskich fascynowało mnie, ale nie byłem naprawdę w stanie zrozumieć tego, co się tam działo. Wszystko było rozmazane. Po dwóch latach ćwiczenia szermierki ciągle żaden ze mnie fechtmistrz, ale moja percepcja wyostrzyła się wraz z umiejętnościami. Teraz znacznie wyraźniej widzę, co szermierze robią. Ich ruchy zaczęły mieć dla mnie sens – i czasami nie mogę się powstrzymać, by się nie poruszyć, gdy widzę pomysłowe pchnięcie. Części mojego ciała zdają się teraz pomagać moim oczom dostrzec to, czego wcześniej nie mogły zobaczyć. Z tych obserwacji można wyciągnąć kilka prostych porad. Jeśli naprawdę chcesz zrozumieć konkretną czynność innej osoby, nie przyglądaj się jej po prostu, ale spróbuj nabyć jej umiejętności, a zrozumiesz tę czynność znacznie lepiej. Sędziowie w sporcie, krytycy muzyczni, terapeuci sportowi, a także przedstawiciele wielu innych zawodów powinni odnieść korzyść z uświadomienia sobie, że istnieje ścisły związek przyczynowy pomiędzy ich umiejętnościami motorycznymi a percepcją.

### **Nasze lustrzane mózgi reagują nawet na roboty**

Gdy oglądamy filmy z serii *Gwiazdnych wojen*, większość z nas przypisuje cały zakres ludzkich emocji R2D2 i C3P0, choć racjonalnie wiemy, że te roboty kontrolowane są przez komputery, które nie posiadają emocji. Gdy idzie o innych ludzi, intuicyjnie czujemy, że mają oni życie wewnętrzne, które przypomina nasze, przypisujemy więc przeżycia, których doświadczamy, gdy coś robimy, innym osobom zachowującym się w taki sam sposób. Wraz z moimi współpracownikami postanowiliśmy zbadać, co robią nasze mózgi, gdy oglądamy roboty w działaniu.

W laboratorium pokazaliśmy uczestnikom, wśród których była także Joyce, filmy, na których aktorzy wykonywali różne codzienne czynności. Przy czym były to nagrania nie tylko ludzi, ale także przemysłowego robota. Robot chwycił filiżankę kawy i kieliszek wina albo czerpał zupę z garnka, ale robił to w sposób właściwy dla robota, prostymi ruchami o stałej prędkości. Jego kleszcze

przypominały bardziej ramię R2D2 aniżeli ludzką dłoń. Chcieliśmy sprawdzić, czy ludzki system lustrzany potraktuje film z robotem chwytającym kieliszek tak samo jak filmy z udziałem ludzi.

Odpowiedź brzmi: tak[19]. Oglądanie ruchów robota aktywuje system lustrzany tak samo, jak film z udziałem ludzi. Różnice pod kątem wzorców ruchu i wyglądu fizycznego pomiędzy robotem a ludzkim obserwatorem nie przeszkodziły systemowi lustrzanemu osoby badanej w zinterpretowaniu działania robota w świetle własnych, ludzkich ruchów. Było to prawdą nawet wtedy, gdy zamiast bardzo ludzkiej czynności chwytania kieliszka, robot po prostu przesuwiał kolorowe drewniane klocki. Inny eksperyment pokazał, że również zachowanie zwierząt interpretujemy przez swoje własne działanie[20].

W świecie, w którym roboty stają się coraz ważniejsze, zdolność systemu lustrzanego do asymilacji działań robota ma ważne implikacje. Nasze mózgi wyewoluowały w ciągu milionów lat, by radzić sobie w optymalny sposób z zachowaniem innych ludzi oraz zwierząt. Obserwacja, że roboty, nawet jeśli nie przypominają ludzi, zdają się aktywować nasz system lustrzany równie silnie jak inni ludzie, oznacza, że mogłyby one, w przyszłości, zostać włączone do siły roboczej i powiązane z systemem lustrzanym ludzkich pracowników, którzy wykorzystaliby w ten sposób miliony lat ewolucji. Trzeba będzie dalszych badań w tym zakresie, by ustalić granice tego zjawiska. Ludzie kina, tacy jak George Lucas, zdają się mieć dobre przeczucie. Nawet bardzo dziwacznie wyglądające roboty mogą zostać połączone z naszym mózgiem społecznym, co sprawi, że będziemy czuć w stosunku do nich litość, współczucie i radość, zupełnie jakby były ludźmi.

### **W jaki sposób osoby urodzone bez rąk odzwierciedlają ruchy kończyn**

Pewnego dnia Theo Mulder, przewodniczący Holenderskiej Królewskiej Akademii Nauk i profesor antropomotoryki, wparował do naszego biura z szerokim uśmiechem na twarzy: „Bylibyście zainteresowani skanowaniem osób, które urodziły się bez rąk?” – zapytał. W oczach Valerii pojawił się błysk zainteresowania. Właśnie skończyła analizować dane z eksperymentu z robotami

i zastanawiała się, jakby to było postrzegać działania wykonywane rękami, gdyby nigdy nie miało się rąk. Oczywiście odpowiedzieliśmy więc twierdząco.

Kilka miesięcy później zjawił się pierwszy uczestnik naszego badania. „Miło mi”, powiedział, ciągle stojąc podniósł nogę i podał mi swoją stopę na przywitanie. Uścisnąłem ją, zaskoczony tym, jak sprawnie poruszał nogami i stopami. Gdy Valeria wyjaśniała mu eksperyment, drapał się stopą po swoim popołudniowym zaroście. „Wydaje się proste”, powiedział, a minutę później był już w skanerze.

Najpierw oglądał filmiki z rękami wykonującymi różne czynności, potem filmiki z zarówno rękami, jak i nogami – na przykład ręka wkładała kostkę cukru do filiżanki z kawą, następnie noga robiła to samo. Na końcu, aby zmapować jego motoryczne reprezentacje ruchów ust i stóp, poprosiliśmy go o poruszanie wargami i stopami. Chwilę potem przybył drugi uczestnik. Uścisnąłem jego stopę na powitanie, tak jakby to była najnormalniejsza rzecz na świecie. Eksperyment znowu przebiegł sprawnie, po czym obaj badani wyszli. Mieli po trzydzieści lat, obaj wykonywali wymagające prace i urodzili się bez całych rąk.

Niedługo potem znów zasiedliśmy do komputera i zerknęliśmy na rezultaty. Uczestnicy naszego eksperymentu wykazali zupełnie normalne lustrzane aktywacje w tych samych obszarach mózgu, które aktywne były także u w pełni sprawnych osób badanych, posiadających ręce i nogi. Ale gdy przyjrzeliliśmy się danym zebranych w czasie, gdy nasi badani poruszali ustami i stopami, okazało się, że widok działań wykonywanych rękami, których sami nigdy nie wykonywali, zmapowany został na obszary w ich mózgu, które wykorzystywali teraz podczas robienia czegoś nogami i ustami. Znowu to było tak, jakby ich system lustrzany rozpoznał cel działania, takiego jak „chwytanie”, i zmapował go na ich własnym programie motorycznym chwytania, który korzysta z ust albo stóp. Co ciekawe, ich reprezentacje stóp również zajęły obszary, które u normalnie rozwiniętych osób zaangażowane są w ruchy dłońmi. To często obserwowane zjawisko u pacjentów, którzy przeszli amputacje. Wyjaśnia ono, dlaczego aktywacje wzrokowe pojawiły się w tych samych obszarach, co u osób zdrowych. Struktury mózgu, które wcześniej przypisane były kończynie, której już nie ma, zaczynają reprezentować sąsiednie części ciała – i reagują one, gdy widzi się inne osoby wykonujące działania, które dana osoba wykonałaby przy pomocy tej kończyny.



## System lustrzany ułatwia rozumienie intencji

Nasz system motoryczny składa się z pierwszorzędowej kory motorycznej i wyższych obszarów ruchowych, w tym także kory przedmotorycznej, w której znaleziono neurony lustrzane. Neurony w pierwszorzędowej korze motorycznej są powiązane z konkretnymi grupami mięśni. Jeśli przyjrzymy się wszystkim przypadkom, w których konkretny neuron kory przedmotorycznej odpala, przekonamy się, że to wszystko sytuacje, w których konkretna grupa mięśni pracuje w konkretny sposób. Na przykład mięśnie poruszające twój palec wskazujący będą zaangażowane w pisanie na klawiaturze, trzymanie papierosa, czy robienie gestu „chodź tutaj”. Wszystkie te ruchy nie łączy wspólny cel, ale ruch mięśnia jest podobny.

Jeśli w taki sam sposób przyjrzymy się neuronom kory przedruchowej, zauważymy, że wspólny dla wszystkich przypadków odpalenia neuronu jest cel albo zamiar, taki jak chwytanie, rozrywanie albo usuwanie czegoś. Rozumiem tutaj cel w pragmatyczny sposób, jako coś, do czego zmierza jakieś działanie. Jeśli zdejmę zatyczkę z wiecznego pióra, to celem czynności jest to, by zatyczka przestała znajdować się na piórze, niezależnie od tego, czy robię to przy pomocy rąk, czy ust. Neurony w korze przedruchowej zdają się być zorganizowane w kategoriach takich celów, wiele z nich reaguje podobnie na chwytanie, niezależnie od tego, jak jest ono wykonywane. Badania fMRI wykazały, że pisanie przy pomocy ręki albo nogi angażuje te same regiony kory przedruchowej[21].

Patrząc na niego jak na jedną całość, można by powiedzieć, że nasz system motoryczny jest zorganizowany jak armia, co daje mózgowi ogromną elastyczność. Generałowie w regionach przedmotorycznych decydują, co zrobić, młodszy oficerowie na przejściu od przedmotorycznego neuronu do neuronu pierwszorzędowej kory ruchowej decydują, jak osiągnąć dany cel w ramach ograniczeń konkretnej sytuacji, a następnie żołnierze w pierwszorzędowej korze ruchowej wykonują plan, poprzez poruszanie odpowiednimi mięśniami. Elastyczność jest użyteczna, ponieważ choć jedzenie zawsze wiąże się z chwytaniem, potem przeżuwaniami i połykaniem, to jednak to, w jaki sposób wykonujesz chwytanie, zmienia się od czasu do czasu. Rozsądnie jest zatem przechowywać ogólny program w korze przedruchowej, a następnie elastycznie

angażować różne mięśnie w zależności od sytuacji – na przykład tego, czy przed tobą leżą pałeczki do jedzenia, widelec, czy chleb.

Wraz z odkryciem neuronów lustrzanych w korze przedruchowej, fakt, że ten obszar zawiera generałów i młodszych oficerów, którzy myślą w kategoriach celów, a nie żołnierzy, którzy myślą w kategoriach grup mięśni, staje się bezpośrednio istotny dla naszej percepcji działania innych osób. Jak widzieliśmy w kontekście eksperymentów na robotach, zwierzętach czy osobach urodzonych bez rąk, nasz system lustrzany zdaje się aktywować programy motoryczne, które pozwoliłyby nam osiągnąć cel wykonywany przez obserwowane jednostki. Jeśli widzimy, że robot chwyta kieliszek, aktywujemy program motoryczny, który sprawiłby, że chwycilibyśmy kieliszek naszymi rękami. Jeśli uczestnicy badania urodzeni bez rąk widzą film, na którym ktoś chwyta szklanę, aktywują programy motoryczne, które sprawiłby, że użyliby oni stopy albo ust do osiągnięcia podobnego celu. Ponieważ wiemy o zorientowanych na cel reprezentacjach w korze przedruchowej, taki wynik nie powinien nas zaskakiwać. Gdyby jednak ktoś chciał przyjmować bardziej klasyczny model działania mózgu, zgodnie z którym czyny innych osób reprezentowane są w sposób, który jest niezależny od naszego własnego działania, byłoby o wiele trudniej zrozumieć, dlaczego cele zdają się być jednostkami zainteresowania w naszych obserwacjach innych osób.

## **Nauka przez obserwację**

Odkrycie neuronów lustrzanych również głęboko zmieniło sposób, w jaki myślimy o innych fundamentalnych ludzkich zdolnościach, takich jak nauka przez obserwację. Jako dzieci uczymy się wiele obserwując, co robią nasi rodzice czy koledzy. Noworodki w pierwszym tygodniu życia posiadają wrodzoną tendencję do wystawiania języka, jeśli ich rodzice wystawiają swój[22]. Imitacja taka nie jest doskonała. Nie zobaczysz za każdym razem, że twoje dziecko wystawia język, gdy tylko pokażesz mu swój, ale jeśli zrobisz to wielokrotnie, dziecko pokazywać język będzie częściej, niż gdybyś robił/a coś innego. Dzieci również gaworzą, a później zaczynają imitować dźwięki wydawane przez swoich rodziców. Jeszcze później bawią się w odkurzanie i uderzanie młotkiem, naśladując swoich rodziców.

Nasze nowoczesne kultury, w ramach których piszemy, mówimy, czytamy, budujemy statki kosmiczne i chodzimy do szkoły, mogą działać tylko dzięki temu, że nie jesteśmy ograniczeni przez zachowania, z którymi się rodzimy oraz takie, których uczymy się metodą prób i błędów. Wiele możemy się nauczyć po prostu obserwując innych. Pojęcie transmisji kulturowej odwołuje się do tej zadziwiającej zdolności nabywania umiejętności i wiedzy w szybki sposób od innych ludzi. Kultura epoki kamienia, na przykład, wymagała zdolności do nauki, jak wykonać ostrze ze skały. Badanie ostrzy wykonanych w tej epoce ujawnia, że wykonane były one według relatywnie sztywnych procedur, które doskonalone były powoli przez tysiące lat – co jest oczywistą wskazówką transmisji kulturowej. Nasz obecny styl życia zależy w ogromnym stopniu od transmisji kulturowej. Podjęcie nowej pracy często oznacza szybkie uczenie się, jak wykonywać cały zakres nowych czynności, po prostu obserwując, jak bardziej doświadczone osoby je wykonują. Pozbawiony zdolności do nauki przez obserwację, nasz nowoczesny świat nigdy by się nie rozwinął. Bez niej każda innowacja służyłaby tylko jej twórcy, a wiedza umierałaby wraz z jej odkrywcą.

Choć zdolność do uczenia się od innych uznajemy za oczywistą, przed odkryciem neuronów lustrzanych uczeni mieli duży problem z wyjaśnieniem, w jaki sposób mózg ją w ogóle umożliwia. Jeszcze bardziej uderzające jest to, że badacze skupili się na tzw. „prawdziwej imitacji”. Zaledwie od czasu drugiej wojny światowej nauka naprawdę stara się zrozumieć, w jaki sposób zwierzęta się uczą. William Thorpe, wykładowca na Uniwersytecie Cambridge, był jednym z ojców założycieli tej nowej dyscypliny. Ale zgodnie z jego wpływową definicją, prawdziwa imitacja polega na „kopiowaniu oryginalnego albo w innym przypadku nieprawdopodobnego działania”[23]. Zgodnie z taką definicją tajny agent, który zerkałby komuś przez ramię i przyglądał się wpisywanemu hasłu, a następnie sam wpisałby to samo hasło, by uzyskać dostęp do komputera z cennymi danymi, nie imitowałby naprawdę, ponieważ w przeszłości wielokrotnie pisał on na klawiaturze i to nowe zachowanie wcale nie byłoby oryginalne. Z drugiej strony, jeśli pokażę dziecku, jak zrobić zabawną minę, układając ręce w lornetkę i przykładając je do czoła dziwnym ruchem, to kopiowanie tego zachowania byłoby imitacją, ponieważ takie zachowanie samo w sobie jest oryginalne i mało prawdopodobne. Trzymając się tej surowej definicji, odnalezienie dowodów na imitację u zwierząt byłoby trudne – choć prawdopodobnie możliwe.

Wraz z odkryciem neuronów lustrzanych, zrozumienie, w jaki sposób uczymy się wykonywać działania obserwując podobne zachowanie kogoś innego, stało się namacalnym problemem. Neurony lustrzane aktywują u obserwatora jego własny sposób wykonania działania, podczas gdy ogląda on kogoś robiącego coś podobnego, a to jest szczególnie ważne podczas naśladowania cudzego zachowania[6]. Ważniejsze jest jednak to, że wiedza, iż system lustrzany jest zorientowany na cele, sugeruje, że podczas obserwacji nie tyle uczymy się arbitralnych detali na temat tego, w jaki sposób demonstrator osiągnął swój cel, ale raczej tego, co on osiągnął albo starał się osiągnąć. Małe dzieci są naprawdę racjonalne w swoim naśladowaniu. Jeśli masz zajęte ręce i naciśniesz przycisk głową, to one naciśną przycisk za pomocą rąk, wykazując tendencję, której można by się spodziewać po systemie lustrzanym. Podczas gdy ściśle kongruentne neurony lustrzane mogą dostarczyć nieco bardziej drobiazgowego opisu tego, jak działanie zostało wykonane, to mniej specyficzne, zorientowane na cele, szerzej kongruentne neurony lustrzane występują około dwukrotnie częściej niż ściśle kongruentne neurony lustrzane[24], zatem to cele są dominującą zmienną w ramach systemu lustrzanego.

Przyjmując definicję Thorpe'a, wielu prymatologów w poszukiwaniu ewolucyjnych prekursorów transmisji kulturowej skupiało się na badaniu istnienia prawdziwej imitacji u zwierząt. Ogólnie rzecz ujmując, małpy nie dostarczają przekonujących dowodów na taką prawdziwą imitację. Przez jakiś czas uznawano, że wyraźnie kontrastuje to z obecnością neuronów lustrzanych u tych zwierząt, ale w rzeczywistości wydaje się, że jest to błędna interpretacja funkcji neuronów lustrzanych. Pozwalają one bowiem na wyciągnięcie predykcji, że małpy powinny być w stanie uczyć się przez obserwację, ale niekoniecznie odtwarzać szczegółowo, w jaki sposób dany cel został osiągnięty.

Francys Subiaul i jego współpracownicy z Wydziału Antropologii na Uniwersytecie Columbia przebadali obecność u małp uczenia się przez obserwację w prostszym znaczeniu[25]. Umieścili oni dwie małpy obok siebie, każdą przed własnym komputerem z dotykowym ekranem. Komputer wyświetlał małpom cztery obrazki w jakimś miejscu ekranu i jeśli dotknęły one ich w odpowiedniej kolejności, otrzymywały nieco soku owocowego. Ale najpierw musiały wymyślić, jaka to kolejność. W pierwszej wersji eksperymentu każda małpa musiała metodą prób i błędów sama wpaść na poprawną sekwencję.

W innej wersji, związanej ze społecznym uczeniem się, jedna z małp mogła obserwować bardziej doświadczoną małpę wykonującą poprawną sekwencję na wprost niej. Okazało się, że gdy małpa samodzielnie musiała się nauczyć poprawnej sekwencji, średnio potrzebowała na to dwadzieścia prób. Jednak gdy mogła obserwować inną małpę poprawnie wykonującą zadanie, potrzebowała tylko piętnastu prób do nauczenia się rozwiązania. Czyli małpa uczyła się czegoś jedynie obserwując zachowanie innej małpy.

Wkładem neuronów lustrzanych w takie zadanie jest aktywacja pewnej sekwencji dobrze znanego działania w mózgu obserwującej małpy. By nauczyć się tej sekwencji, w dodatku do neuronów lustrzanych, trzeba jeszcze zapamiętać porządek działania, z czym ludzie radzą sobie znacznie lepiej niż małpy. Ludzie potrzebowaliby mniej niż piętnastu prób, by wykonać zadanie, po tym jak obserwowali sprawną demonstrację. Zarówno my, jak i małpy, intuicyjnie podzielamy działanie, które obserwujemy, ale ludzie mogą zapamiętywać doświadczenie lepiej i z większą dokładnością niż małpy.

### **Neuronalne podłoże intuicji**

Filozofowie tacy jak Kartezjusz wmawiali nam, że umysł innej osoby jest niewidocznym, tajemniczym i nieprzeniknionym bytem. Potoczna wiedza głosi, że poza logicznym rozumowaniem istnieją inne sposoby, by poczuć, co dzieje się w cudzych umysłach. Przez długi czas takie terminy, jak „(kobieca) intuicja”, które oddają myśl, że można „dostroić się” do umysłów innych ludzi, zdawały się zabobonnym nonsensem, wykorzenionym z szanowanej nauki. Ale odkrycie neuronów lustrzanych zmieniło sposób, w jaki myślimy o relacjach między jednostkami. Gdy postrzegamy zachowanie innych osób, nasza własna przedmotoryczna kora rezonuje, tak jakby wykonywała działanie, które obserwujemy. System lustrzany buduje pomost pomiędzy umysłami dwóch osób i pokazuje nam, że nasze mózgi są do głębi społeczne.

W naszych badaniach z wykorzystaniem fMRI uczestnicy nie byli wyraźnie proszeni o wejście w skórę innych ludzi, których działanie obserwowali albo mu się przysłuchiwali. Po eksperymentach pytaliśmy ich, czy rozmyślnie wyobrażali sobie bycie ludźmi, których widzieli, i żaden z nich nie powiedział nam, że to robił. Obserwowana aktywność lustrzana, w której przedmotoryczna kora

rezonuje z mózgiem osoby obserwowanej, jest zatem procesem, jaki zachodzi bez związku z wymagającym wysiłku, celowym procesem przyjmowania perspektywy innych ludzi. Przeciwnie – zdaje się to być proces, który spontanicznie jest uruchamiany, kiedy obserwujemy działanie innych jednostek, co sprawia, że zdaje się on tak intuicyjny. Nawet nie staraliśmy się dostać do cudzego umysłu – a i tak podzielały działanie tej osoby. W pewien sposób „czujemy”, co dzieje się w innych umysłach, co odróżnia system lustrzany od detektywistycznego rozważania, przemyślanej podróży w głąb umysłu przestępcy.

Dzięki neuronom lustrzanym stało się dla mnie jasne, że nasze mózgi są w istocie niemal w magiczny sposób połączone ze sobą. Nie rodzimy się z mózgiem, który zajmuje się wyłącznie nami samymi, ale z takim, który jest zdolny do wczuwania się w innych. Nasz mózg jest zorganizowany tak, by rezonować z otaczającymi nas ludźmi. W tym świetle zmieniło się moje nastawienie do intuicji. Uznawałem ją za niewiarygodną i słabszą od racjonalnego myślenia, ale teraz postrzegam ją jako rezultat bardzo pomysłowego procesu, prawdziwego dzieła ewolucji, który używa bogactwa mojego doświadczenia ruchowego, by uzyskać wgląd w innych ludzi. Intuicja stała się dla mnie kimś w rodzaju wiernego współpracownika. Nie muszę jej kontrolować i sterować jej pracą, ale mogę ufać jej konkluzjom.

Jak wykazały różnice obserwowane pomiędzy ludźmi o różnych poziomach empatii oraz pomiędzy ludźmi o większych i mniejszych umiejętnościach w jakiejś dziedzinie, rezonans motoryczny, który łączy nasze umysły, może przybierać różną siłę. Jednym z fascynujących tematów przyszłych badań będzie sprawdzenie, jak można manipulować siłą tego połączenia. Naukowcy na całym świecie badają obecnie, jak medytacja i leki mogą wzmacniać empatię i jak nasze decyzje do empatyzowania z kimś lub nie, zmieniają aktywność naszego systemu lustrzanego.

### **Implikacje dla nauczania: ruch jest wart więcej niż tysiąc słów**

W naszej opartej na wiedzy cywilizacji, abstrakcyjna wiedza jest bardziej ceniona niż jakiegokolwiek umiejętności praktyczne. Albert Einstein, który był w stanie uchwycić ukryte prawa materii i wszechświata poprzez proste równanie  $E = mc^2$ , stanowi prawdziwy wzorzec geniusza – większość ludzi byłaby dumna, gdyby była

taka jak on. Intelktualne, abstrakcyjne i racjonalne myślenie często jest postrzegane jako cel, do którego szkoła powinna dążyć, podczas gdy bardziej praktyczne czy intuicyjne umiejętności postrzegane są jako mniej wartościowe.

Jeśli chodzi o pedagogikę, teoria systemu lustrzanego sugeruje, że przekazywanie abstrakcyjnej teorii nie musi być zawsze najbardziej efektywnym sposobem nauczania. Język, najszerzej wykorzystywane narzędzie nauczania, ewoluował maksymalnie przez dwa miliony lat. Uczenie przez obserwację z kolei jest zdolnością, której wiek należałoby podawać w setkach milionów lat. Oznacza to, że skupiając się na nauczaniu werbalnym, nauczyciel zaniedbuje kanały uczenia się, które są starsze i niezwykle efektywne. Neurony lustrzane otwierają niezwykle uprzywilejowane drzwi pomiędzy mózgiem nauczyciela a jego studentami.

Zdekodowanie werbalnego materiału w podręcznikach wymaga poważnego wysiłku i zdajemy sobie sprawę, że to, co trafia do naszych głów, gdy nareszcie zrozumiemy dany temat, jest dość różne od długiego ciągu liter i liczb w podręczniku. Z drugiej strony, uczenie się przez obserwację wydaje się bezpośrednie i intuicyjne. Zawiązywanie węzła, gdy doświadczony żeglarz pokazuje nam, jak to zrobić, wydaje się czymś naturalnym; zawiązywanie węzła w oparciu o opis w książce jest frustrującym doświadczeniem.

Nauka przez obserwację zdaje się czymś bezpośrednim, ale, oczywiście, nie jest prostym procesem. Mechaniczne siły stosowane przez palce, gdy zawijamy węzeł, nie są ani trochę bardziej podobne pod względem fizycznym do fal światła odbitego od ciała demonstratora niż do tego odbitego od liter wydrukowanych w książce. W rzeczywistości, pomimo dekad ciężkiej pracy, niezwykle potężnych mocy obliczeniowych komputerów i paru z najwybitniejszych mózgów na świecie, spece od sztucznej inteligencji ciągle mają problem ze zbudowaniem robota, który potrafiłby imitować szereg umiejętności przez obserwację. Dla robota wykonanie jakiegoś zadania w oparciu o instrukcje napisane w programie komputerowym jest o wiele łatwiejsze. Tym, co czyni uczenie się przez obserwację bardziej naturalnym dla nas, a program komputerowy bardziej naturalnym dla maszyn, jest fakt, że ewoluowaliśmy przez miliony lat, by być sprawnymi uczniami na podstawie obserwacji, podczas gdy język jest nowym „dodatkiem” do naszego mózgu. Roboty, z drugiej strony, ewoluowały w świecie programów komputerowych i nauka przez obserwację jest

dla nich nowym „dodatkiem”. Neurony lustrzane i względnie bezpośrednie połączenia pomiędzy korą wzrokową i słuchową, które przetwarzają działanie innych ludzi, są ucieleśnieniem tych milionów lat ewolucji. Niekorzystanie z tego świetnie dostrojonego systemu w nauczaniu oznacza zaniedbywanie niezwykle skutecznego kanału komunikacji.

Jeśli mamy wyjaśnić, jak coś zrobić, demonstracja umiejętności może być zatem ważnym dydaktycznym narzędziem, które uzupełnia werbalne wyjaśnienie. Na przykład, uczenie się w szkole prostych równań wydaje się nie być umiejętnością cielesną, ale i tak zrozumienie ich będzie łatwiejsze, jeśli przerobimy je na bardziej intuicyjną operację motoryczną. Stąd pojęcie dodawania i odejmowania może (i być może powinno) być zawsze wspierane poprzez cielesną demonstrację. Weź pudełko z trzema cukierkami, złap dodatkowe dwa, które leżą obok pudełka, i umieść je w środku. „To jest dodawanie”. Następnie wyciągnij cztery cukierki z pudełka i powiedz: „To jest odejmowanie”.

Większość z nas doświadczyło, jak bardzo oświecające mogą być takie ilustracje dla zrozumienia abstrakcyjnych pojęć. Wielu dobrych nauczycieli naturalnie rozumie istotność takich demonstracji. Odkrycie neuronów lustrzanych pozwala nam przetworzyć intuicję części utalentowanych nauczycieli na nieco bardziej formalne rozumienie znaczenia naszego ciała jako kanału komunikacji.

### **Symulacja jest fundamentalną zasadą funkcjonowania mózgu**

Jak widzieliśmy, fundamentalną własnością systemu lustrzanego jest to, że oglądanie działania lub przysłuchiwanie się mu aktywuje obszary w mózgu, tak jakbyśmy sami wykonywali dane działanie. Mózg symuluje to, co widzi w środowisku, ale ważne jest, by wiedzieć, że symulacja nie polega po prostu na używaniu tych samych części mózgu do percepcji i działania. Potrzebne są także jakieś dodatkowe procesy, które tłumaczą obserwowane lub słyszane działanie na motoryczny słownik, a neurony lustrzane odgrywają pewną rolę w tym tłumaczeniu. W dodatku mózg musi unikać sytuacji, w której wynik symulacji wykrada się z mózgu do mięśni w ciele. Taki rezultat byłby przeciwnie skuteczny. Uderzenie innego widza podczas oglądania zawodów bokserskich byłoby wybitnie nieadaptatywne.



Okazuje się, że inne obszary mózgu, prawdopodobnie w płacie czołowym, dochodzą do głosu za każdym razem, gdy oglądamy cudze działania. Rolą tych regionów jest zamknięcie „bramy”, przez którą normalnie przechodzą rozkazy od generałów w przedmotorycznych neuronach lustrzanych, do żołnierzy w pierwszorzędowej korze ruchowej. Gdy wykonujemy jakieś działanie, ta brama musi być otwarta, ale gdy po prostu oglądamy zachowanie innych, musi być zamknięta, by ustrzec nas przed automatycznym wykonaniem czynności, które chcemy, by tylko zostały wewnętrznie zasymulowane. Pacjenci cierpiący na chorobę zwaną echopraksją (od greckiego słowa „echo”, oznaczającego „powtarzać” i praxia, oznaczającego „działanie”), wykazują uszkodzenia w płacie czołowym i zdają się nie mieć zdolności do zamykania wspomnianej bramy podczas obserwacji. Francuski neurolog François Lhermitte dostarczył przejmującej ilustracji tego zaburzenia. Położył dwie pary okularów na stole i poprosił swojego pacjenta (cierpiącego na echopraksję), by usiadł. Pacjent nosił własne okulary, ale na widok neurobiologa zakładającego jedną parę okularów, pacjent automatycznie podniósł drugą i założył – na te, które już wcześniej nosił. Bez hamującej aktywności płatów czołowych, pacjent był bezsilny wobec wpływu zachowania innych ludzi na jego system motoryczny.

Jak tylko mózg wyspecjalizuje się w transformacji widoku oraz odgłosów działania na programy motoryczne, i jeśli tylko może również nauczyć się powstrzymywać motoryczny wynik podczas symulacji, symulacja staje się niezwykle eleganckim sposobem na rozumienie zachowań innych. System lustrzany, postrzegany w ten sposób jako mechanizm obliczeniowy, zasygnalizował nam fundamentalną własność mózgu: wykorzystywanie obszarów uprzednio poświęconych pojedynczemu zadaniu (wykonywaniu działania) w nowych, dodatkowych funkcjach (postrzegania działania).

Innym ważnym przykładem symulacji jest wyobraźnia. Wyobraź sobie, jak to jest biec wzdłuż plaży letniego poranka, ze swoimi nagimi stopami rozchlapującymi chłodną płytką wodę przy każdym kroku, gdy lekki wiatr mierzwi ci włosy. Większość osób radzi sobie całkiem dobrze w wyczarowaniu żywych obrazów i wrażeń samą siłą swojej intuicji. Co ciekawe, wyobrażanie sobie działania również zwiększa aktywność mózgu w przedmotorycznych regionach zaangażowanych w wykonywanie podobnego działania – tak jakbyś naprawdę biegł po plaży. Zatem zarówno podczas obserwacji, jak i wyobrażania

sobie, nasz mózg używa przedmotorycznej kory do mentalnego odtworzenia działania bez rzeczywistego poruszania ciałem. Możemy sobie wyobrazić robienie czegoś bardzo dokładnie i zrozumieć, co inne osoby robią, ponieważ używamy dokładnie tej samej maszyny jak wtedy, gdy sami wykonujemy dane działanie.

Wyobrażanie sobie zachowania, oglądanie zachowania i słyszenie odgłosów zachowania – to wszystko może być zatem postrzegane jako przykłady symulacji. Różnica między nimi leży w tym, co wywołuje symulację. Podczas wyobrażania sobie czegoś, symulacja jest wewnętrznie wywołana poprzez wolę wyobrażenia sobie zachowania, podczas gdy w czasie obserwowania albo słuchania działania, jest ona wywoływana przez bodziec ze świata zewnętrznego, taki jak widok lub odgłos podobnej czynności[26].

Przed odkryciem neuronów lustrzanych większość ludzi pomyślałaby, że wyobrażanie sobie jakiejś sytuacji i rzeczywiste oglądanie jej są bardzo różnymi procesami. Podobieństwo tych procesów w kategoriach neuronalnych jest cudownym przykładem tego, jak nauki o mózgu potrafią usuwać pojęciowe bariery.

## 5. Język

Ewolucja zachowuje się niczym majsterkowicz-eksperymentator, który w ciągu kolejnych eonów powoli modyfikuje własne dzieło (...), gdzieniegdzie przycinając, gdzieniegdzie wydłużając, korzystając z możliwości stopniowego zaadoptowania go do nowej funkcji (...). Nie wytwarza nowości od zera. Pracuje na tym, co już jest; albo przetwarza obecny mechanizm tak, by zyskał nową funkcję, albo łączy kilka mechanizmów, by stworzyć jeden bardziej złożony[27].

### Niebieski banan o tysiącu nóg

**W**yobraź sobie niebieskiego banana z tysiącem nóg. To zdanie właśnie wykorzystało jedną z najbardziej niezwykłych, a jednocześnie tajemniczych ludzkich zdolności. Poprzez język możemy, bez większego wysiłku, zasiewać idee w umysłach innych ludzi. Pewnie nigdy byś sam z siebie nie pomyślał o stunożnym niebieskim bananie. A tu proszę: wystarczyło proste zdanie złożone z 42 liter, które nie przypominają w niczym niebieskiego stunożnego banana, by cię zmanipulować do pomyślenia o czymś nieprawdopodobnym.

Możemy wymyślić jakąś ideę, a następnie, poprzez atrament i papier, zasiać ją w setkach tysięcy umysłów. Trzeba przyznać, że myślenie o stunożnym niebieskim bananie jest raczej niewinne i nieszkodliwe. Ale jak wszyscy wiemy, zdolność do tworzenia i rozpowszechniania idei ma moc zmieniania naszego życia, a nawet naszego społeczeństwa – i to w fundamentalny sposób. Proste słowa mogą ratować lub zabijać miliony, na przykład jeśli opisują, jak stworzyć penicylinę, proch strzelniczy albo – o ironio – idealne społeczeństwo.

Co więcej, język uwalnia nas od tego, co tu i teraz. Przyjrzyjmy się choćby koczkodanom tumbili (kotawcom sawannowym), zwanym także werwetami. Ich słownik jest bardzo mały – składa się z jakiegoś tuzina obdarzonych znaczeniem chrząknięć i okrzyków. Jeden z tych okrzyków oznacza, że w pobliżu znajduje się

drapieżnik lądowy, taki jak wąż. Jak tylko jakiś członek stada wyda sygnał ostrzegający przed węzem, wszystkie małpy pędzą ku najbliższemu drzewu. Inny dźwięk sygnalizuje drapieżnika w powietrzu, takiego jak orzeł. Jak tylko rozlegnie się sygnał alarmowy ostrzegający przed orłem, wszystkie małpy zbiegają w pośpiechu z drzewa, by skryć się w krzakach. Poprawna reakcja jest kluczowa, jeśli nie chcesz skończyć jako przekąska węża. W porównaniu z ludzkim językiem okrzyki koczkodanów tumbili są niezwykle ograniczone. Pomimo wielu lat badań terenowych, żaden prymatolog nigdy nie zaobserwował, jak werwecia matka chrząka do swojego dziecka, małego werweciątka, odpowiednik zdania: „Słuchaj, nie łaż po tamtych wzgórzach, bo widziałam tam wiele węży”. Wszystkie zawołania koczkodanów odnoszą się do tego, co tu i teraz, a małpy nigdy nie łączą ich w zdania. Pozbawione języka, tak mniejsze, jak i większe małpy muszą uczyć się albo na własnych błędach i doświadczeniach, albo podglądając inne osobniki. Żadna małpa nie może podzielić się częścią swojego doświadczenia, po prostu rozmawiając z innym zwierzęciem. W przeciwieństwie do nich, my możemy. Z początku tylko przez komunikację z ust do ust, następnie przez książki, a współcześnie, korzystając z globalnego Internetu – wiedza jest werbalną siecią, która dosłownie transcenduje czas i przestrzeń. Mogę zaczerpnąć opinii Szekspira, Darwina i Newtona równie łatwo, jak poradzić się najnowszych przepisów mojej mamy albo skorzystać z odkryć kolegi mieszkającego na drugim końcu świata.

Być może to zdumiewające, że żaden inny gatunek nigdy nie stworzył prawdziwego języka, podczas gdy niemal dla każdego człowieka przyswojenie niezwyklej umiejętności mówienia nie jest takie trudne, w przeciwieństwie choćby do nauczenia się rachunku różniczkowego albo wypełnienia deklaracji podatkowej. W wieku dwóch lat potrafimy używać poleceń, stwierdzeń i pytań. W wieku czterech lat większość z nas potrafi wypowiadać złożone i gramatycznie poprawne zdania. I, mimo nierówności w edukacji, osiemdziesiąt procent ludności świata w wieku piętnastu lat potrafi czytać i pisać[28]. Coś wbudowanego w naszych mózgach zdaje się robić z nas prawdziwe magnesy językowe, chętne i zdolne do nauczenia się tej cudownej umiejętności. Zdajemy się mieć wrodzony instynkt językowy[29], a jak zobaczymy, neurony lustrzane mogą stanowić odskocznnię dla jego rozwoju.

Intrygujące dowody na to, jak silny jest to instynkt, pochodzą od głuchych od urodzenia dzieci z Nikaragui. W tym kraju przed latami 70., dzieci niesłyszące od urodzenia zwykle przebywały w domu i miały niewielki kontakt z innymi takimi dziećmi. Jednak pod koniec lat 70. rząd stworzył szkoły, których celem było uczenie niesłyszących dzieci rozumienia języka hiszpańskiego na podstawie czytania z ruchu warg. Ta metoda zawiodła, ponieważ czytanie z ruchu warg jest, wbrew rozpowszechnionemu przekonaniu, niezwykle trudne dla osób głuchych od urodzenia.

Prawdziwy sukces nastąpił na zewnątrz szkolnych sal. Przebywając z innymi, słyszącymi dziećmi, głuche dzieci rozwinęły pewne „domowe” gesty do komunikacji. Przypominały one większość gestów, których używamy, opisując proste rzeczy będąc w obcym kraju – na przykład chwytanie ręką nieistniejącego kieliszka i zbliżanie go do ust, co oznacza picie.

Później, gdy głuche dzieci zaczęły spotykać się między sobą, przystąpiły do łączenia swoich ograniczonych słowników gestów i stopniowego przerabiania tego systemu gestów w prawdziwy język, znany dziś jako nikaraguański język migowy. Choć dzieci te były odizolowane od jakichkolwiek przykładów gramatyki, same spontanicznie stworzyły gramatykę gestów.

Na przykład samodzielnie dokonały one tzw. segmentacji gestów. Jeśli opisujesz ruch piłki „toczącej się” ze wzgórza, werbalnie dzielisz ten ruch piłki na dwie jednostki znaczenia (dwa segmenty): czynność (toczenie się) i kierunek (dół, ze wzgórza). W dodatku i dla kontrastu, możesz wzbogacić swoją mowę ikonycznym, nieposegmentowanym gestem toczenia się w dół, który przypomina wygląd opisywanego zdarzenia.

W 2004 r. psycholingwistka Ann Senghas z Uniwersytetu Columbia w Nowym Jorku opisała, jak głuche dzieci z Nikaragui migają takie wydarzenie. Odkryła, że zwłaszcza najmłodsi członkowie społeczności nie wykonują pojedynczego gestu ukazującego ruch toczenia się w dół. Zamiast tego, korzystają z dwóch gestów: jednego dla toczenia się, po którym następuje gest oznaczający kierunek w dół. Robiąc to, dzieci spontanicznie przetworzyły ikoniczny gest, który mogły zaobserwować u słyszących osób, w gest o gramatycznej strukturze, oznaczający toczenie się piłki ze wzgórza.

Biorąc pod uwagę, że nauka czytania z ruchu warg zakończyła się fiaskiem, głusi z Nikaragui nie mogli nauczyć się gramatycznej idei segmentacji od

słyszających. Naprawdę stworzyli gramatykę od nowa. Podobieństwo pomiędzy ich gramatyką oraz gramatyką dosłownie wszystkich znanych języków rozciąga się daleko poza ten przykład segmentacji i sugeruje, że nasze mózgi są tak skonstruowane, i pewne formy języka i gramatyki są łatwe do opanowania[29–31].

### **Poszukiwanie brakującego ogniwa języka**

Język jest tym, co w dużej mierze sprawia, że jako ludzie jesteśmy wyjątkowi. Jednak to, co jest dla nas tak ważne, dla wielu biologów ewolucyjnych staje się cierniem w oku. By zrozumieć ewolucję jakiejś cechy, biolodzy na ogół poszukują żyjącego gatunku siostrzanego albo kopalnych szczątków wymarłych gatunków, które pokazują, jak dana cecha powoli i systematycznie powstawała, zaczynając od gatunku, w którym w ogóle się ona nie pojawiała, przechodząc do gatunków, u których występowała w części, a kończąc na tym, u którego rozwinęła się w pełnym stopniu. Na przykład by zrozumieć, jak doszło do tego, że posiadamy dwie nogi i dwie ręce, biolodzy przyjrzeni się żyjącym obecnie zwierzętom i odkryli przykłady ryb, które potrafią chodzić, takich jak niewielkie tropikalne ryby nazywane poskoczkami mułowymi, które przeżyły okresy suszy dzięki temu, że przechodziły z jednego zbiornika wodnego do drugiego na swoich płetwach. Naukowcy odkryli również skamieniałe szczątki ryb, takich jak Tiktaalik, które łączą wiele cech ryb i wczesnych czworonożnych zwierząt lądowych[32].

Wszystko to razem składa się na przekonujący i prawdopodobny scenariusz. Ryby narażone były na susze i te, które potrafiły chodzić dalej na płetwach, przetrwały, podczas gdy te, które tego nie potrafiły, wymarły. Selekcja osobników chodzących sprawniej, w ciągu milionów lat doprowadziła do powstania gatunku Tiktaalik, a następnie płazów. Jako potomkowie tych chodzących ryb, mamy teraz cztery kończyny. Ewolucja nie przerobiła więc nagle beznogiego organizmu w geparda, ale, jak to ładnie ujął François Jacob w przytoczonym wcześniej fragmencie tekstu[27], majsterkowała z płetwami ryb, by uczynić z nich jeszcze lepszych spacerowiczów. Poskoczki mułowe i Tiktaalik dowodzą poprawności tego scenariusza. Dzięki temu, że szympansy potrafią, choć nieco niezgrabnie, chodzić w pozycji wyprostowanej na swoich tylnych kończynach, możemy

zrozumieć, w jaki sposób czworonożne zwierzęta powoli wyewoluowały w dwunożnych ludzi. Jak dotąd – wszystko jasne.

Ale gdy przejdziemy do języka, znajdziemy się w ciemnościach. Wydaje się, że nie ma pośrednich etapów języka. Nie ma ani żyjących gatunków, ani nawet skamieniałości gatunków wymarłych, które mówiły trochę i miały nieco gramatyki. Koczkodany tumbili, jak widzieliśmy, nigdy nie układają swoich okrzyków w zdania i dlatego całkowicie obca jest im jedna z najbardziej dystynktywnych cech ludzkiego języka.

Co więcej, na filogenetycznym drzewie rzędu naczelnych koczkodany tumbili siedzą na dość odległej gałęzi od tej, którą sami zajmujemy. Makaki oraz małpy człowiekowate są znacznie z nami znacznie bliżej spokrewnione, ale nie wygląda na to, by stosowały podobne okrzyki jak te wykonywane przez koczkodany<sup>[4]</sup>. Brakuje im jakiegokolwiek oznaki takiego nabytego słownika werbalnego. Przez wiele lat, gdy starałem się wytrenować małpy w tej samej prostej czynności, na przykład patrzenia na środek ekranu, by dostać trochę soku owocowego, przychodziło mi do głowy, że mogłyby one w jakiś sposób pogadać ze sobą, już zamknięte w swojej klatce: „Hej, popatrz, po prostu patrz na krzyżyk na środku ekranu!”. Ale nigdy tego nie zrobiły...

Poszukiwanie kopalnych dowodów na brakujące ogniwo w ewolucji języka jest frustrujące, ponieważ, w przeciwieństwie do kości nóg, słowa i gesty nie kamienieją. Gdy paleontolodzy odnaleźli skamieniałości hominida Lucy w dolinie Awasz w Etiopii, udało im się datować tę starą damę na około 3 mln lat. Na podstawie szkieletu mogli wywnioskować, że zwykle chodziła ona na dwóch nogach, co czyni z niej brakujące ogniwo pomiędzy czworonożnymi małpami i dwunożnymi ludźmi. Ale czy Lucy mówiła? Czy używała rąk w taki sposób, jak dzieci z Nikaragui, by powiedzieć swojej córce, że wkrótce wróci? Nie mamy pojęcia. Ale może nie jest to tak tajemnicze, jak się nam wydaje. Choć brakuje twardych faktów, mamy kilka wskazówek na temat brakującego ogniwa w ewolucji języka – a neurony lustrzane są jedną z nich.

## **Scenariusz ewolucji języka**

Tym, co wiemy na pewno, jest to, że jakieś 5 mln lat temu nasi przodkowie wyglądali trochę jak szympansy, chodzili na czterech kończynach i dysponowali

zaledwie kilkoma słowami – żadne z nich nie było szczególnie precyzyjne. Ale nadeszły ciężkie czasy. Klimat zmieniał się szybko, stawał się coraz chłodniejszy i suchszy. W Afryce gęste lasy deszczowe, do których nasi przodkowie byli przyzwyczajeni, zmniejszyły się, ustępując miejsca zajmującej większość łąd sawannie.

Ci z naszych przodków, którzy trzymali się starych zwyczajów, zostali zepchnięci do zmniejszających się skrawków lasu, gdzie konkurencja o pożywienia stawała się coraz bardziej zażarta. Z nich wyewoluowały szympansy. Inni przyjęli wyzwanie zmiany, przenieśli się na sawannę, przyjęli dwunożny system lokomocji i życie blisko krawędzi lasu. Tutaj, w nowym środowisku, innowacja była kluczem do przetrwania. Żywności było pod dostatkiem, ale występowała w formie królików i orzechów – te pierwsze szybko biegają, a te drugie mają twardą skorupkę, trudną do zgryzienia za pomocą samych zębów. Musiało stać się coś, co zepchnęło nas na ewolucyjny kurs, który zakończył się nowoczesnym językiem. Pokusiłem się o hipotezę sekwencji czterech względnie niewielkich kroków, które przekształciły nas z niemych zwierząt przypominających szympansy w gadatliwych ludzi, jakimi jesteśmy dzisiaj.

Krok 1: Nauczanie. Nasi przodkowie mieli, podobnie jak współczesne małpy, neurony lustrzane. Zatem gdy jeden z nich odkrył, jak rozbijać skorupki orzechów kamieniem, inni przypadkiem podglądali go, a potem próbowali skopiować jego umiejętności. Na granicy wymarcia poleganie na takiej przypadkowej obserwacji jest jednak niebezpiecznie powolnym procesem uczenia się.

W tym momencie pojawiła się mutacja, a matki, które posiadały tę mutację, przestały czekać, aż ich dziecko przypadkiem zobaczy, jak rozbija ona skorupkę orzecha. Matka uświadomiła sobie, że jeśli przyciągnie uwagę dziecka patrząc mu w oczy, a następnie zademonstruje rozbijanie skorupki w nieco teatralny sposób, gdy tylko oczy dziecka będą zwrócone w jej kierunku, to dziecko będzie w stanie rozbijać skorupki orzechów na długo przed innymi młodymi. Z kolei jej dzieci nauczyły się jedno od drugiego wszystkich tych małych technicznych udoskonaleń, które wynalazły. Gdy zgromadziły wiedzę, były w stanie wykorzystywać zasoby nowego środowiska szybciej i bardziej efektywnie niż inne osobniki. Zmiana od przypadkowego uczenia się przez obserwację do celowego nauczania jest tym, co węgierscy psychologowie rozwojowi Gergely Csibra i Gyorgy



Gergely nazwali „naturalną pedagogiką”. Wydaje się ona być tym, czego brakuje u współczesnych zwierząt różnych od człowieka[33].

Jeśli nauczyciel miał tylko jeden kamień do orzechów, to aby zademonstrować sposób ich rozbijania, oddałby go uczniowi do pracy, podczas gdy sam wykonywałby ruchy bez kamienia i orzecha, imitując własnymi ustami odgłos pękającej skorupki, oznaczający udaną próbę. Z taką tendencją do nauczania, szanse na naukę pojawiały się coraz częściej, a czynnikiem ograniczającym stał się rozmiar mózgu. Osobniki z większymi mózgami zaczynały dominować, ponieważ były w stanie odkryć i zgromadzić więcej umiejętności. Zwieńczeniem tego okresu byli nasi przodkowie, którzy udoskonali wytwarzanie noży przez odłupywanie fragmentów odpowiedniego rodzaju kamienia około dwa miliony lat temu. Wówczas na scenę wkroczył *Homo habilis* („człowiek zręczny”).

Krok 2: Motoryczna kontrola nad mową. Dźwięki i gesty były istotne dla nauczania. Ale by zwiększyć skalę przeżywalności, *Homo habilis* musiał odkryć nowe sposoby na lepszą koordynację, co czyniłoby grupowe polowanie bardziej skutecznym. Proste wokalizacje stały się poleceniami, a osobniki z lepszą kontrolą nad swoim aparatem mowy stały się skuteczniejszymi nadawcami poleceń, zaś ci, którzy byli w stanie je rozumieć, stali się skuteczniejszymi słuchaczami.

Tutaj na scenę wkraczają neurony lustrzane. Neurony zaangażowane w wypowiedzenie polecenia aktywowały się, gdy ktoś słyszał polecenie, umożliwiając w ten sposób naszym przodkom rozumienie, co mówca chciał przekazać. Z początku prawdopodobnie kluczową rolę odgrywały słowa imitujące odgłosy działania. Nazywa się je onomatopejami i słowa te ciągle istnieją w naszym nowoczesnym języku, wliczając w to takie czasowniki, jak trzaskać, dudnić, chrupać, podobnie jak nazwy zwierząt, np. kruk, kukułka, cykada.

W ciągu kolejnych tysiącleci nasze mózgi zwiększały objętość, a krtanie zaczęły przypominać współczesne. U dzieci obserwuje się podobną zmianę. Jako noworodki, dzieci mogą połykać i oddychać w tym samym czasie, ale nie potrafią wydawać zbyt wielu dźwięków. Później znacznie lepiej zaczyna im iść wydawanie złożonych wokalizacji, ale ryzyko zadławienia się jest ceną, którą płacą.

Krok 3: Symbole. Niektórzy nasi przodkowie wpadli na pomysł, że dźwięki, które wydają, nie muszą przypominać tego, co określały. Odnoszenie się do lwa poprzez warczenie działało, ale w jaki sposób odniesiesz się do czegoś, co samo nijak nie brzmi, na przykład do patyka? Wyobraźmy więc sobie, że jakiś nasz

przodek wskazał na patyk, a gdy wszyscy na niego spojrzeli, powiedział coś mniej lub bardziej przypadkowego, w stylu „kij”. Początkowo nikt nie zrozumiał, o co mu chodziło, ale po tym, jak powtarzał to w kółko, grupa zaczęła kojarzyć to słowo z patykiem. Dzięki temu trikowi nie istniały już ograniczenia pod względem tego, do czego słowa mogą się odnosić.

Krok 4: Struktura hierarchiczna. Po jakimś czasie nasi przodkowie zużyli już wszystkie pojedyncze dźwięki, jakie potrafili wydać, do odnoszenia się do różnych przedmiotów. Każdy wielokrotnie połączył złożone programy motoryczne, takie jak chwytanie, ryczenie, zgniatanie i zjadanie, w złożone rytuały przygotowania jedzenia i innych działań. Nagle nasi przodkowie zastosowali tę samą strategię do dźwięków i stworzyli nowe słowa, łącząc większą liczbę dźwięków, samogłosek i spółgłosek, najpierw w sylaby, a następnie w słowa.

Potem uświadomili sobie, że za każdym razem, gdy coś robili, zawsze był ktoś, kto wykonywał działanie, oraz coś, na czym działanie było wykonywane. Przenieśli zdolność łączenia umiejętności wykonywania czegoś na słowa określające te czynności i, zamiast używać pojedynczych słów, zaczęli je łączyć. Trzymali się pewnej kolejności, odpowiadającej etapom wykonywania czynności, którą to cechę ciągle można zauważyć w następstwie słów nowożytnych języków. Chociaż podmiot, orzeczenie i dopełnienie, z których składa się zdanie, może teoretycznie mieć sześć różnych kolejności, większość języków używa najpierw podmiotu, po którym następują orzeczenie i dopełnienie – podobnie jak nasze działania zaczynają się od intencji wewnątrz nas (podmiot), po czym wprawiamy w ruch nasze ciało, by wykonać działanie na przedmiocie. Te umiejętności werbalne uczyniły naszych przodków niezwykle skutecznymi, zarówno w koordynacji, jak i wzajemnym uczeniu się. Jakieś 200–300 tys. lat temu narodził się człowiek współczesny – *Homo sapiens*.

Sednem tego hipotetycznego scenariusza jest w zasadzie prosta idea. Język jest powiązany z systemem motorycznym i obecnymi w nim neuronami lustrzanymi. Używamy języka, by uczyć się umiejętności, a umiejętności znajdują się w systemie motorycznym; używamy ust, by mówić, a nasze usta kontrolowane są przez system motoryczny. Wreszcie, jeśli sekwencje ruchów w rytuałach motorycznych są podłożem dla struktury języka, to nasz system motoryczny i gramatyka są ze sobą powiązane.

Jeśli to prawda, powinniśmy znaleźć pewne dowody na powiązanie pomiędzy systemem motorycznym i językiem i powinniśmy wpaść na rozsądny scenariusz tego, jak system motoryczny mózgu mógł przygotować małpy, by stały się gospodarzami programów telewizyjnych. Okazuje się, że dysponujemy takimi dowodami – po pierwsze w genach, a po drugie – w neuronach lustrzanych.

### **Powiązanie systemu motorycznego z językiem**

Jednym z łączników pomiędzy językiem i systemem motorycznym jest gen o nazwie FOXP2, który został odkryty w 2001 roku przez wspaniałego młodego genetyka i mojego przyjaciela, Simona Fishera, oraz jego zespół z Wellcome Trust Centre for Human Genetics w Oksfordzie. Badali oni pewną brytyjską rodzinę, znaną jako „KE”, w której połowa członków wykazywała pewne specyficzne zaburzenie mowy[34]. Osoby dotknięte tym zaburzeniem dzieliły trzy cechy. Po pierwsze, miały trudności z produkcją złożonych sekwencji ruchów twarzy i ust. Jeśli poprosiłbyś ich o to, by nadęli policzki, następnie przygryźli swoją dolną wargę, a następnie zmrużyli prawe oko, miałyby z tym ogromne problemy i popełniłyby wiele błędów, w przeciwieństwie do większości z nas. Również ich artykulacja jest bardzo zmieniona, co sprawia, że mówią z trudem, powoli i czasami kompletnie niezrozumiale. Powtarzanie słowa takiego jak *thimble* (nasadka), co bez trudu przychodzi większości czterolatków, zajmie im kilka prób i mogą nigdy nie zrobić tego całkowicie poprawnie. Po drugie, mają oni również problemy z gramatyką. Jeśli powiesz do nich „pies został pogryziony przez człowieka” i poprosisz by zdecydowali, który z dwóch obrazków – na pierwszym człowiek gryzie psa, na drugim pies gryzie człowieka – ilustruje wypowiedziane zdanie, to będą zmieszani. Wreszcie po trzecie, mają problemy z powiązaniem symboli i znaczeń. Na przykład, nawet jeśli wielokrotnie pokażesz im niebieski kwadrat podpisany jako liczba 1 oraz czerwony kwadrat podpisany jako liczba 2, to i tak będą mieli problemy ze zrozumieniem, że niebieski kwadrat + niebieski kwadrat = czerwony kwadrat[35].

Badania DNA rodziny „KE” wyszły całkowicie normalnie, poza pojedynczą, rzadką mutacją w genie FOXP2. Po raz pierwszy naukowcom udało się dzięki temu odkryć gen, który jest bezpośrednio i selektywnie związany z językiem.

Następnie należało dowiedzieć się, w jaki sposób FOXP2 wpływa na język. Skanowanie obciążonych mutacją członków rodziny rezonansem magnetycznym (MRI) ujawniło, że problem leży głównie w systemie motorycznym, wliczając w to przedmotoryczną korę, w której ludzie zdają się mieć neurony lustrzane. Naukowcy odkryli także, że gen FOXP2 reguluje plastyczność połączeń synaptycznych, ważnych w poprawianiu motorycznej kontroli twarzy i ust poprzez naukę.

FOXP2 nie jest specyficzny dla człowieka. Myszy a także ptaki śpiewające posiadają podobny, choć nieco inny gen. Mysia wersja genu *Foxp2* (genetycy używają małych liter dla mysich genów i wielkich liter dla ludzkich genów – cóż, przykład ludzkiego ego) różni się w trzech miejscach od ludzkiego FOXP2, co sugeruje, że trzy mutacje tego genu nastąpiły w ciągu siedemdziesięciu milionów lat ewolucji, jakie dzielą myszy od ludzi. Wiemy, że u gryzoni *Foxp2* jest kluczowy dla normalnego uczenia się motorycznego, jako że myszy, u których gen *Foxp2* jest nieaktywny, wolniej uczą się nowych zadań. Myszy nie mówią, więc coś musiało się wydarzyć podczas tych trzech mutacji, co spowodowało, że gen ten stał się ważny dla języka.

Co zaskakujące, te mutacje nie wystąpiły regularnie, raz na 23 mln lat. Zaledwie jedna wystąpiła w czasie 64 mln lat, które oddzielają myszy od ostatniego wspólnego przodka ludzi i szympanów, co jest niezwykle powolnym tempem następowania genetycznej zmiany. Następnie, nagle, dwie mutacje wystąpiły w okresie pozostałych sześciu milionów lat, co sugeruje dwudziestokrotne przyspieszenie ewolucji. Ostatnia z mutacji nastąpiła prawdopodobnie w ciągu ostatnich dwustu tysięcy lat – wraz z pojawieniem się współczesnego człowieka.

Odkrycie i badania nad FOXP2 mówią nam dwie rzeczy. Po pierwsze, w oparciu o intrygujący brak ciągłości w tempie mutacji tego genu, że ostatnia faza ewolucji języka, obejmująca płynną artykulację i gramatykę, mogła nastąpić niedawno w ewolucji człowieka. Po drugie, fakt, że pojedyncza mutacja w ludzkim FOXP2 wpływa głównie na obszary mózgu zaangażowane w kontrolę motoryczną, wspiera pogląd, że system motoryczny odgrywa kluczową rolę w wielu aspektach języka.

**Rozjaśnianie ciemności spowijających język**

Uwierzylibyście mi, gdybym napisał, że jakiś majsterkowicz-odkrywca użył w 1100 r. patyków, lin i kawałków żelaza, do zbudowania samochodu z silnikiem spalinowym? Oczywiście, że nie. Ale gdybym powiedział, że przyjaciel mojego ojca, zapalony majsterkowicz, wziął dwa motocykle i przerobił je na samochód z silnikiem spalinowym, to uwierzylibyście mi? Być może. Tym, co sprawia, że ta druga historia jest bardziej prawdopodobna, jest to, od czego zaczął majsterkowicz. Dwa motocykle nie są jeszcze samochodem, ale możemy uwierzyć, że pojedynczy majsterkowicz dałby radę coś z nimi zrobić. W końcu ma wszystkie materiały, których by potrzebował.

Trochę podobnie jest z językiem i odkryciem neuronów lustrzanych. We wczesnych latach 90., zanim neurony lustrzane zostały odkryte, nie wiedzieliśmy niczego o genie FOXP2 i tylko niewiele o tym, co mózgi małp mogą zaoferować ewolucji w kwestii powstania języka. Wtedy w korze ruchowej odkryte zostały neurony lustrzane, aktywujące się zarówno wtedy, gdy wykonujemy działanie, jak i wtedy, gdy je widzimy lub słyszymy. Uderzające jest również to, że dokładnie ten sam obszar mózgu aktywuje się, gdy poproszę cię o powiedzenie czegoś albo słuchanie mowy. W rzeczywistości kora przedmotoryczna, zwłaszcza jej brzuszna część, stała się sławna dzięki roli, jaką odgrywa w języku, długo wcześniej, zanim dowiedzieliśmy czegokolwiek o neuronach lustrzanych – jeszcze w XIX wieku.

Wówczas to francuski lekarz Paul Broca natrafił na pacjenta o nazwisku Leborgne, na którego w szpitalu wszyscy mówili „Tan-Tan”, ponieważ choć jego rozumienie języka było poprawne, potrafił on wypowiedzieć tylko jedno słowo: „tan”. Po śmierci Leborgne’a Broca dokonał autopsji jego mózgu i odkrył, że dolne części jego lewego płata czołowego (obejmujące korę przedmotoryczną, która zawiera neurony lustrzane) były w ogromnej mierze zniszczone albo przez syfilis, albo przez wylew.

Broca zasugerował, że obszar ten, obecnie nazywany „polem Broki”, obdarza nas zdolnością mowy. Współczesne badania z użyciem fMRI oraz PET sugerują, że lewa brzuszna kora przedmotoryczna, która zawiera neurony lustrzane, spełnia dwie istotne dla języka funkcje. Bardziej przednia część zdaje się być szczególnie zaangażowana, gdy uczestnik ma wypowiedzieć lub zrozumieć gramatyczne zdania, podczas gdy bardziej tylna część zdaje się być kluczowa dla artykulacji oraz percypowania sylab wypowiedzianych przez inne osoby[36].

Zatem neurony lustrzane u małp znajdują się w części mózgu, która później stała się kluczowa dla języka, a jest to ta sama część, którą moduluje gen FOXP2. Znajdują się one w odpowiednim miejscu, by odegrać rolę w ewolucji języka – tak jak ryby miały swoje piersiowe płetwy w odpowiednim miejscu, by stały się one prekursorem przedramion czworonogów.

Choć w teorii może być to po prostu koincydencja, inne cechy neuronów lustrzanych czynią z nich potencjalnych bohaterów ewolucji języka. Odgrywają one centralną rolę we wszystkich etapach ewolucyjnego scenariusza, który wcześniej przedstawiłem.

### **Fundament #1: Uświadomienie sobie, że wiadomość została przekazana**

Większość z nas nie spędza zbyt dużo czasu na mówieniu do krzeseł albo drzwi. I to z dobrego powodu – one nigdy nam nie odpowiadają. Żona czy mąż przynajmniej *czasami* reagują, więc się do nich odzywamy albo na nich krzyczymy. Zwierzęta, które trzymamy w domu, też nam nigdy nie odpowiadają, ale i tak do nich mówimy, bo przynajmniej reagują w jakiś sposób na wypowiedzane słowa. Komunikacja powiązana jest z poczuciem, że druga strona rozumie wypowiedź. Tak samo jest z celowym nauczaniem. Po kilku próbach przestajemy uczyć kota mówić, ale inaczej to wygląda w przypadku dzieci, bo widzimy, że u nich jednak następuje progres. Neurony lustrzane mogły odgrywać szczególną rolę w ustaleniu tego poczucia „przekazania wiadomości” nawet u naszych małpich przodków.

Neuronaukowcy Sarah Marshall-Pescini oraz Andy Whiten z Uniwersytetu w St. Andrews bardzo zgrabnie to wykazali w nagraniu pokazującym interakcje pomiędzy dwoma szympanсами na wyspie położonej na Jeziorze Wiktorii w Ugandzie[37]. Na filmie 5-letni samiec o imieniu Mawa, posiadający duże doświadczenie w rozłupywaniu orzechów, uderza trzymanym w lewej ręce kamieniem w orzech palmowy, położony na innym kamieniu, służącym jako kowadło. Rytmicznie porusza trzymanym w ręce kamieniem w górę i w dół, uderzając w skorupkę orzecha. Baluku, 3-letni samiec, który dopiero zaczyna swoją przygodę z rozbijaniem skorupki orzechów, obserwuje Mawę, a następnie

zaczyna spontanicznie naśladować jego zachowanie, poruszając ramieniem w dół i w górę, w rytm ruchów Mawy.

Spontaniczne kopiowanie przez Baluku ruchów Mawy prawdopodobnie jest wynikiem tego, że jego neurony lustrzane uruchomiły odpowiednie programy motoryczne. Zauważalna imitacja wywołuje z kolei aktywację neuronów lustrzanych u Mawy, ponownie aktywujących ten sam program motoryczny, który wykonuje on właśnie do rozbicia skorupki orzecha. W ten sposób neurony lustrzane tworzą społeczną pętlę od programu motorycznego u nauczyciela, do jego imitacji przez studenta, i z powrotem do oryginalnego programu motorycznego u nauczyciela.

Zwierzęta, oczywiście, często są świadkiem tego, jak inne zwierzęta na nie reagują; gdy koczkodan tumbili kryje się zaroślach przed orłem, drapieżnik może zaobserwować jego zachowanie. Tym, co sprawia, że pętla powstająca przy rozbijaniu orzechów jest w istocie wyjątkowa, jest bezpośrednia odpowiedniość pomiędzy działaniami dwóch osobników. Nauczyciel obserwuje, że uczeń reaguje na jego zachowanie, dokładnie je powtarzając. Uczeń staje się żywym odbiciem lustrzanym nauczyciela.

Jednakże wydaje się, że małpy nie w pełni to sobie uświadamiają, ponieważ nigdy nie uczą one wyraźnie swoich dzieci, w jaki sposób coś robić. Jakaś zmiana musiała nastąpić w mózgu naczelnych, która pozwoliła nam wykorzystywać aktywność neuronów lustrzanych do uświadamiania sobie, że zachowanie naszych dzieci jest bezpośrednim odbiciem tego, co właśnie sami im pokazaliśmy. Zatem, choć cała historia nie ogranicza się wyłącznie do neuronów lustrzanych, stanowią one trwałe fundament, dzięki któremu wyłonienie się naturalnej pedagogiki w ramach pierwszego kroku ewolucji języka stało się wiarygodnym przykładem majsterkowania, a nie niemożliwym do wyjaśnienia, ogromnym skokiem.

## **Fundament #2: Słuchanie to robienie**

Drugi etap w naszym ewolucyjnym scenariuszu sugerował, że neurony lustrzane stanowią klucz do wyłonienia się języka, ponieważ neurony zaangażowane w formułowanie polecenia zostają reaktywowane, gdy sami słuchamy tego polecenia, co pozwala nam poczuć, co zostało powiedziane. W analogii do

„uczenia się przez robienie”, język może opierać się na „słuchaniu przez robienie”.

W latach 50. XX wieku Alvin Liberman i jego współpracownicy z Haskins Laboratory w Yale dokonali frustrującej obserwacji, która skłoniła ich do postawienia hipotezy, że słuchanie przez robienie może faktycznie być fundamentem języka – odkrycie neuronów lustrzanych czterdzieści lat później uczyniło ich pomysł zdumiewająco nowoczesnym.

Liberman i współpracownicy postanowili ułatwić życie weteranom wojennym, którzy stracili wzrok, dzięki stworzeniu maszyny czytającej. W tamtym czasie skonstruowanie urządzenia, które mogłoby czytać tekst na głos, głosem przypominającym człowieka, to było science fiction. Jako alternatywę zbudowali więc urządzenie, które zastępowało litery wydrukowanego tekstu odróżnialnymi piknięciami i brzęczeniami. Ku ich frustracji, w przeciwieństwie do 15–20 liter, które większość z nas potrafi przeczytać albo może usłyszeć w ciągu każdej sekundy, osoby korzystające z urządzenia nie były w stanie rozpoznać więcej niż 2 czy 3 piknięcia na sekundę. Taka prędkość byłaby do zaakceptowania dla telegrafisty nadającego wiadomości alfabetem Morse’a w XIX wieku, ale czytanie takiej książki, jak ta, zajęłoby w tym tempie jakieś pełne trzy tygodnie – to zbyt wolno, by taka maszyna mogła się do czegokolwiek przydać. Dlaczego jest tak, że potrafimy rozróżnić 15–20 liter, ale tylko 2–3 piknięcia na sekundę? – zastanawiali się Alvin i jego współpracownicy. By odpowiedzieć na to pytanie, przyjrzeni się bliżej dźwiękom, które składają się na naturalną mowę, oraz temu, w jaki sposób są one percypowane.

Używając spektrografii, która pokazuje częstotliwość dźwięku w czasie, zespół Libermana stworzył spektrogramy – wykresy, które uchwytyją podstawową fizyczną charakterystykę dźwięku. Przekształcanie spektrogramów z powrotem na dźwięk pozwoliło im z nimi majsterkować, a nawet tworzyć całkowicie sztuczne spektrogramy i odtwarzać je ludziom. Liberman i jego współpracownicy odkryli, ku swojemu osłupieniu, że nie ma żadnego stałego związku pomiędzy fizyczną charakterystyką dźwięku mowy i jego percepcją. Na przykład, spółgłoski /k/ oraz /p/ to dwa przykłady „spółgłosek zatrzymania”, w których przepływ powietrza ustaje podczas produkcji dźwięku, ale w przypadku /p/ zamykasz wargi, zaś w przypadku /k/ tylną część języka dociskasz do podniebienia. Na spektrogramie zarówno /p/ jak i /k/ widnieją jako impuls energii o częstotliwości około 1440 Hz.



Biorąc pod uwagę to, że spółgłoski zawsze są połączone z samogłoskami, Liberman przebadał, w jaki sposób ludzie percypują takie impulsy energii w kontekście różnych samogłosek. Odkrył, że fizycznie identyczne impulsy energii były odbierane jako /k/ przed /a/, ale jako /p/ przed /i/ oraz /u/.

Pojawia się związku z tym oczywiste pytanie, jak taki sam dźwięk może być postrzegany jako dwie różne litery. Powód może być po prostu taki, że kiedy mówisz, to jedynym sposobem, by wyprodukować impuls o częstotliwości 1440 Hz przed samogłoską /a/, jest dociskanie języka do podniebienia, tak jak robisz to wypowiadając /k/. Jedynym sposobem, by wyprodukować taki impuls przed /i/ oraz /u/, jest zamknięcie warg, tak jak robi się to wypowiadając /p/. Dzięki tej oraz podobnym obserwacjom, Liberman doszedł do dwóch wniosków.

Jego pierwszym wnioskiem było to, że nie mówimy pojedynczymi literami, ale cechy kolejnych spółgłosek i samogłosek wpływają na siebie wzajemnie, co oznacza, że dokonujemy raczej koartykulacji. W rezultacie, w słowie „papa” są ślady występowanie /a/ podczas /p/ oraz na występowanie /p/ podczas /a/. Choć oznacza to, że nie musimy słyszeć 15–20 osobnych liter w każdej sekundzie, to kolejną konsekwencją tego zjawiska jest to, że komputery mają problem z rozpoznawaniem mowy, ponieważ preferują one proste sygnatury, takie jak 1440 Hz = /p/.

Druga konkluzja Libermana jest jednak znacznie bardziej istotna dla neuronów lustrzanych. Zasugerował on, że nie rozpoznajemy cudzych fonemów po prostu słuchając ich, ale raczej wykonując gesty mowy, których używalibyśmy do wydawania tych samych dźwięków. Więc jeśli słyszymy 1440 Hz przed /a/, mentalnie przytykamy nasz język do podniebienia, ponieważ w taki sposób sami wydawalibyśmy ten sam dźwięk, i dlatego odczuwamy /k/. Jego koncepcja stała się znana jako motoryczna teoria percepcja mowy. Rozwiązujemy niejasność konwersji dźwięków na litery, ponieważ motorycznie odgrywamy to, co słyszymy.

Motoryczna teoria percepcji mowy oczywiście wygląda bardzo podobnie do tego, co neurony lustrzane robią, gdy aktywują program motoryczny w oparciu o odgłos działania – przy czym działaniem tutaj jest to, co robi nasz aparat mowy. Odkrycie neuronów lustrzanych w ogóle, a zwłaszcza słuchowych neuronów lustrzanych, doprowadziło więc do ponownego zainteresowania koncepcją Libermana. Obecnie trzy różne rodzaje dowodów ściśle wiążą percepcję fonemów z aktywnością systemu lustrzanego.

Po pierwsze, eksperymenty z wykorzystaniem fMRI pokazały, że słuchanie bezsensownych sylab aktywuje te same obszary kory przedmotorycznej, które wykorzystywane są do wymawiania tych sylab lub poruszania ustami. To obszary odpowiadające tym, w których u małp odkryliśmy słuchowe neurony lustrzane[9, 38–40].

Drugi eksperyment, przeprowadzony z użyciem TMS-u, również sugeruje związki między neuronami lustrzanymi i słuchaniem języka. Uczestniczyłem w takim badaniu w 2003 roku, przebywając jeszcze w Parmie. Jeden z moich współpracowników, Giovanni Buccino, umieścił mnie w czymś, co przypominało fotel dentystyczny. W ustach miałem łyżeczkę, a na głowie czepek do kąpiel. Czując się dość głupio, zapytałem go, po co była łyżeczka. „Przyczepiłem do niej dwie niewielkie elektrody, dzięki czemu mogę mierzyć aktywność mięśni twojego języka” – odpowiedział z jowialnym uśmiechem. Następnie umieścił nad moją głowę cewkę TMS-u, taką w kształcie motyla, podobną do tej, jaką Lisa Aziz-Zadeh używała w eksperymencie dotyczącym odgłosów działania, opisanym w rozdziale 3. „Po prostu się zrelaksuj i uważnie słuchaj odtwarzanych słów”. Po tym, jak wyszedł do innego pomieszczenia, usłyszałem głos wypowiadający słowa takie jak *baffo* (wł. wąs) czy *birra* (wł. piwo). Po każdym słowie następował charakterystyczny „tok” cewki magnetycznej. Czasami czułem, że mój język drga. Sto słów później Giovanni otworzył drzwi, wyjął mi z ust łyżeczkę i wyjaśnił, o co chodziło w badaniu.

Zainspirowany naszymi badaniami nad neuronami lustrzanymi u małp, Giovanni, razem z Luciano Fadigą, genialnym włoskim neurofizjologiem, który był w Parmie pionierem badań neuronów lustrzanych z wykorzystaniem TMS-u, postanowili sprawdzić, czy słuchanie słów takich jak *birra*, które wymagają niemałej gimnastyki języka, sprawi, że język słuchacza będzie się ruszał – zgodnie z przewidywaniami teorii Libermana. Eksperyment to potwierdził. Samo słuchanie słowa z podwójnym „r” z pomocą TMS-u, powodowało ruchy języka, podczas gdy słuchanie podwójnego „f”, które nie wymaga ruchów języka – nie wywołało ich[41]. A zatem ludzie naprawdę przetwarzają mowę, którą słyszą, na programy motoryczne, których używają do wypowiedzania tych samych dźwięków.

W połączeniu z dowodami płynącymi z badań z wykorzystaniem fMRI, pokazuje to, że aktywujemy programy motoryczne poprzez nasz słuchowy system lustrzany, gdy słuchamy, jak inni mówią, ale pytanie brzmi, czy potrzebujemy

tych aktywacji, by zrozumieć, o co im chodzi. Wydaje się, że odpowiedź brzmi: tak – przynajmniej czasami. Obecnie już od wielu lat neurologi obserwowali, że pacjenci z uszkodzeniami w lewej części kory przedcuchowej, która kontroluje ruchy ust, mają problem z percypowaniem fonemów, zwłaszcza jeśli rozróżnianie ich jest utrudnione, na przykład ze względu na hałas dobiegający z otoczenia. Niedawno wykorzystano magnetyczną symulację, by czasowo zakłócić aktywność tej samej części mózgu u osób zdrowych. Efekt takiego zabiegu utrzymuje się tylko kilka minut, ale podczas tego czasu uczestnicy mają trudności z rozróżnianiem fonemów[42]. Gdy zaś byli proszeni o rozróżnianie prostych dźwięków, nie mieli z tym kłopotów.

Mimo tych wyników wiemy, że system motoryczny nie jest zawsze konieczny, by zrozumieć, co mówią inni ludzie. Gdy słyszymy słowo „tata” w idealnych warunkach akustycznych, możemy polegać na reprezentacji tego słowa w naszej pamięci słuchowej, podobnie jak rozpoznajemy melodię z naszych telefonów komórkowych bez potrzeby analizowania jej pojedynczych dźwięków. Choć to trudne zadanie, biorąc pod uwagę różnice pomiędzy poszczególnymi mówcami, nawet szynszyle, niewielkie futrzaste gryzonie żyjące w Andach, mogą być wyuczone rozróżniania pomiędzy /d/ oraz /t/ w zasadzie w taki sam sposób, jak ludzie – mimo że żadnego z tych dźwięków nie potrafią same wydać, a zatem nie mogą polegać na swojej motorycznej symulacji[43]. Jednakże zawsze, gdy różnice są minimalne i trudne do wychwycenia, tak jak rozstrzygnięcie, czy ktoś powiedział, że „oniemiał”, czy że „on je miał”, na głośnej imprezie, to zmapowanie dźwięków na czyjeś programy motoryczne staje się kluczowe. W zawiłym początkowym okresie ewolucji języka, takie mechanizmy dopasowania lustrzanego mogły być szczególnie istotne dla rozumienia mowy.

Neurony lustrzane mogły więc przyczynić się do ewolucji języka, dostarczając odczucia komunikacji (Fundament #1) oraz aktywując motoryczne programy na dźwięk (wokalnych) czynności innych osób, dzięki czemu można poczuć, co oni mówią (Fundament #2). Fakt, że neurony lustrzane istnieją u współczesnych małp, oznacza, że ewoluujący ludzie mieli już podłoże dla powiązania wypowiedzianych przez inne osoby poleceń z ich własnymi programami motorycznymi, pozwalającymi na wypowiedzianie przez nich takich samych rozkazów. Powtórzmy, neurony lustrzane same z siebie nie wystarczają do pojawienia się języka, o czym świadczy fakt, że małpy nie mówią. Dodatkowe zmiany w mózgu, których część

stanowiły mutacje genu FOXP2, są oczywiście niezbędne. Niemniej w analogii do tego, co Louis Pasteur powiedział o dokonywaniu odkrycia naukowego, również w przypadku ewolucji języka przypadek sprzyja przygotowanemu umysłowi. Powiedziałbym, że przez powiązanie odgłosów programów motorycznych z ich wykonywaniem, mózg ewoluującego człowieka został przygotowany na pewną przypadkową mutację, która obdarzyła go językiem. Bez tego przygotowania dzięki neuronom lustrzanym, sama mutacja by niczego nie zdołała.

Kluczowym wyzwaniem nadchodzących lat będzie zrozumienie, jakiego rodzaju mutacje są konieczne, by przerobić słuchowy system lustrzany występujący u małp na wyspecjalizowany system językowy. Intrygującą szansą może być wyłonienie się gaworzenia. Około piątego miesiąca życia niemowlęta zaczynają generować swoimi ustami na pozór przypadkowe dźwięki. Bawią się własnym aparatem mowy, zupełnie jak starsze dziecko bawi się fortepianem, wciskając przypadkowo klawisze, by sprawdzić, co one robią. Za każdym razem, gdy dziecko wciska mentalny klawisz swojego systemu motorycznego i generuje w ten sposób dźwięk, następuje skojarzenie dźwięku i programu motorycznego, ponieważ następują one razem – trochę jak u psów Pawłowa następowało skojarzenie dźwięku dzwonka z jedzeniem, ponieważ zawsze pojawiały się razem. Następnie, gdy niemowlę słyszy swojego ojca powtarzającego w kółko „tatuś”, słowo to zawierać będzie niektóre fonemy, które dziecko przypadkowo wygenerowało podczas gaworzenia. I tak jak dźwięk dzwonka sprawił po jakimś czasie, że psy Pawłowa zaczynały się ślinić, tak samo dźwięk fonemów aktywuje teraz programy motoryczne, które dziecko skojarzyło z podobnie brzmiącymi fonemami podczas gaworzenia. Od teraz dziecko potrafi zarówno powtórzyć słowo na głos, co jest istotne dla nauki mówienia (i sprawi, że tatuś pęknie z dumy), ale również odegrać je wewnętrznie, zgodnie z tym, co głosi Libermanowa motoryczna teoria mowy. Zatem może nie być potrzeby, by ewolucja ustaliła, które motoryczne neurony w mózgu będą reagowały na jakie dźwięki mowy. Wpojenie dorastającemu dziecku chęci zabawy swoim aparatem mowy może być całkowicie wystarczające. Reszta to po prostu rezultat prostego uczenia się, do którego zdolne były nawet psy Pawłowa.

### **Fundament #3: Wiązanie znaczenia i słów**

W naszym ewolucyjnym scenariuszu ewoluujący ludzie musieli najpierw nauczyć się używać onomatopei, następnie arbitralnych słów. Gaworzenie mogło wytrenować ich mózgi do powtarzania słów, ale nie wyjaśnia ono, w jaki sposób mózg wiąże słowa ze znaczeniem. Komunikacja nie rozpada się jedynie wtedy, gdy wszyscy członkowie społeczności precyzyjnie wiążą to samo znaczenie ze słowami, których używają. I znowu – neurony lustrzane mogą rzucić światło na to, w jaki sposób w mózgu mogła pojawić się ta zdolność.

W przypadku onomatopei, takich jak „trzask” czy „ryk”, powiązanie znaczenia może być szczególnie łatwe w mózgu, który posiada neurony lustrzane. Jeśli w swoim życiu roztrzaskałeś już skorupkę orzecha i usłyszałeś charakterystyczny „trzask”, który towarzyszy takiemu zachowaniu, twój słuchowy system lustrzany już wcześniej skojarzył odgłos tej czynności z samym działaniem, tak jak psy Pawłowa skojarzyły odgłos dzwonka z jedzeniem. Jeśli teraz słyszysz podobnie brzmiące słowo „trzaskać”, może ono aktywować twój program motoryczny dla roztrzaskiwania, po prostu dzięki fizycznemu podobieństwu do odgłosu tego działania, które już sam kiedyś wykonałeś w przeszłości. Możesz następnie poczuć impuls roztrzaskania czegoś, czyli dokładnie to, co osoba, która do ciebie mówi, stara ci się zakomunikować. Jeśli chodzi o słowa takie jak „ryczeć”, podczas gaworzenia wydałeś dźwięki, które brzmią trochę jak ryk lwa. Później, gdy usłyszałeś ryk lwa, słuchowe neurony lustrzane skojarzyły dźwięk oraz reprezentację wzrokową lwa z motorycznym programem mówienia „ryk”.

W przypadku innych słów, tego rodzaju asocjacje są znacznie trudniejsze. Jeśli stawiasz właśnie swoje pierwsze kroki, a twoi rodzice zaczynają krzyczeć „Zobacz, ty chodzisz! Chodzisz!”, dźwięk tego słowa nie przypomina w niczym samej czynności. Na podstawie podobnego procesu kojarzenia, jeśli twoi rodzice powtarzają to słowo wystarczająco często, gdy wykonujesz tę czynność, odgłos tego słowa może zostać skojarzony z programem motorycznym. Neurony reagujące na te asocjacje nie będą już dłużej słuchowymi neuronami lustrzanymi w sensie ścisłym, ponieważ nie reagują one na wykonanie działania i odgłos tego samego działania, ale mechanizm asocjacyjny byłby podobny. Mózg małpy, który potrafi kojarzyć działania z ich odgłosami, byłby dobrą bazą do uczenia się asocjacji działania z dźwiękiem słów.

W istocie dysponujemy obecnie dowodami z badań z użyciem fMRI, zgodnie z którymi gdy słyszysz słowo takie jak „lizać”, aktywujesz część kory

przedruchowej, której użyłbyś również do poruszania swoimi ustami; jeśli słyszysz słowo „kopać”, aktywujesz swoje przedmotoryczne reprezentacje ruchów stóp, a gdy słyszysz słowo „zabierać”, aktywujesz reprezentacje ruchów dłoni[44]. Wszystkie te aktywacje zachodzą w tych samych obszarach, które zawierają neurony lustrzane, reagujące na widok takiej samej czynności.

Po trzecie, musimy nauczyć się znaczeń słów dla rzeczy ze świata zewnętrznego, takich jak słowo „kij” z naszego ewolucyjnego scenariusza. Krytycznym elementem jest tutaj to, co jest nazywane podzielaną uwagą. Jeśli zobaczył(a)byś, że ja wpatruję się w coś znajdującego się ponad twoją głową, na przykład w dzidę, obrócił(a)byś się, by sprawdzić, na co się patrzę i zauważył(a)byś, że pokazuję na dzidę. To, czy neurony lustrzane odgrywają rolę w tym nakładaniu się uwagi, nie jest jasne, ale Michael Platt i Stephen Shepherd z Uniwersytetu Duke’a badali neurony w mózgu małpy, które kontrolują ruchy oczu. Ku swemu zaskoczeniu odkryli, że niektóre z tych neuronów są aktywne nie tylko wtedy, gdy małpa porusza swoimi gałkami ocznymi, ale także wtedy, gdy małpa po prostu widzi, że inna małpa porusza swoimi oczami, tak jakby istniało bezpośrednie, lustrzane połączenie pomiędzy postrzeganiem ruchu oczu i poruszaniem własnymi oczami. Taki typ neuronów mógłby sprawić, że obserwowanie, jak ktoś inny rusza oczami, by spojrzeć na jakiś przedmiot, automatycznie powodowałoby, że sam(a) patrzył(a)byś w tym samym kierunku, dzięki czemu nasza uwaga skoncentrowałaby się na tym samym przedmiocie.

Taki wyglądający na lustrzany mechanizm uwagi może sprawiać, że dziecko patrzyłoby na to, na co skierowana jest uwaga rodziców – i na odwrót. Podzielamy z małpami to zachowanie odzwierciedlenia spojrzenia, co pokazuje, że pojęcie odzwierciedlenia, jeśli je rozszerzyć na uwagę, przygotowuje rozwijający się umysł ludzki na zrozumienie, że słowa używane przez innych są powiązane z przedmiotami ich – oraz naszego własnego – zainteresowania. W ten sposób dziecko może skojarzyć dźwięk słowa „dzida” ze zmysłową charakterystyką, która definiuje dzidę.

Dzida należy do specjalnej grupy przedmiotów, którymi można manipulować, podobnie jak kubkami, młotkami czy zabawkami. Wszystkie te przedmioty mogą być używane w praktycznych celach: młotek służy do uderzania czegoś, a dzida – do kłucia. W latach 80., dekadę przed odkryciem neuronów lustrzanych, Giacomo Rizzolatti i jego współpracownicy z Parmy odkryli, że niektóre neurony kory

przedmotorycznej odpowiedzialne za chwytanie reagują również, gdy małpa widzi przedmiot, dla którego taka czynność (chwytania) jest odpowiednia, nawet jeśli nie wykonuje ona tej czynności w danym momencie[45]. Nazwali te neurony kanonicznymi.

Neurony kanoniczne różnią się od lustrzanych. Choć jedne i drugie reagują, gdy małpa sama manipuluje jakimiś przedmiotami, tylko kanoniczne reagują również *na widok przedmiotu*, do którego pasuje dany ruch, a jedynie neurony lustrzane reagują również *na widok kogoś innego wykonującego taką samą czynność*.

Neurony kanoniczne mogą być szczególnie ważne w przypisywaniu znaczenia przedmiotom takim jak młotki i dzidy, ponieważ aktywują one programy motoryczne, które są istotne w przypadku tych przedmiotów, a te programy motoryczne (np. uderzanie młotkiem, rzucanie dzidą) następnie nasycają przedmiot pragmatycznym znaczeniem. Te pragmatyczne jednostki wiedzy są gromadzone w bliskim sąsiedztwie do neuronów lustrzanych, które przechowują dźwięki i motoryczne programy arbitralnych słów. Gdy ktoś spogląda na dzidę i nazywa ją dzidą, mózg obserwatora nie tylko słyszy zatem „dzida” oraz ją widzi, ale jednocześnie aktywuje motoryczny program artykulacji słowa „dzida” (ze względu na neurony lustrzane obserwatora) oraz inny program – ten dla użycia dzidy (ze względu na jego neurony kanoniczne). Ponowne występowanie tych czterech elementów może powiązać je na sposób Pawłowa, napełniając słowo znaczeniem.

Współczesne małpy posiadają neurony kanoniczne oraz lustrzane, ale w przeciwieństwie do ludzi, brakuje im impulsu odnoszenia się do przedmiotów. Koty posiadają impuls do polowania i bawią się w polowania w dzieciństwie. Dzięki tym zabawom, stają się sprawnymi łowcami, czyniąc najlepszy użytek z potencjału do polowania, jaki drzemie w ich ciałach.

Ludzie posiadają impuls nazywania przedmiotów. Dwuletnie dzieci bez przerwy pytają rodziców: „Jak to się nazywa?”. Ten impuls, połączony z ich impulsem gaworzenia, zapewnia, że uczą się jakiegoś tysiąca słów w ciągu kilku lat.

Małpy, dla kontrastu, po prostu nie zwracają uwagi na słowa. W latach 70. XX wieku psycholog Herbert Terrace z Uniwersytetu Columbia próbował nauczyć szympansy języka. Godzinami każdego dnia Terrace uczył szympansa nazwanego Nim Chimpsky (co jest kalamburem nazwiska słynnego lingwisty, Noama

Chomsky'ego, który stwierdził, że tylko ludzie posiadają język) używania amerykańskiego języka migowego (ASL). Zadowolili się tą formą języka opartego na gestach, ponieważ szympansy nie przeszły zmian w narządach głosowych, które pozwalają ludziom generować tak wiele fonemów, a wcześniejsze próby nauczania małp mówienia kończyły się całkowitym fiaskiem.

W ciągu paru lat Nim nauczył się kojarzyć od 25 do 125 znaków (zależnie od użytych kryteriów oceny) ze znaczeniami. Odnosiły się one do bananów, jedzenia itd. Z jednej strony, taki wynik był sukcesem i wspiera tezę, że mózg naczelnych jest przygotowany do nauzenia się języka, dzięki obecności neuronów lustrzanych i kanonicznych. Z drugiej strony, był to również dowód na fundamentalną różnicę motywacyjną. Nim nigdy nie był tak chętny, by uczyć się słów, jak byłby dwulatek, a jego słownik przestał przyrastać na etapie, na którym w przypadku dzieci *Homo sapiens* zaczyna się najbardziej spektakularnie rozrastać.

W skrócie, ten typ zmysłowo-motorycznych asocjacji, który obserwujemy w neuronach lustrzanych i kanonicznych u małp, mógł stanowić podłoże Fundamentu #3: uczenia się, co słowa oznaczają. Fakt, iż małpy dysponują tego rodzaju asocjacjami w ich słuchowych neuronach lustrzanych i neuronach kanonicznych pokazuje, że ich mózg jest już zdolny do tworzenia takich powiązań. To, dlaczego małpy nie wykorzystały tego daru, by nauczyć się języka, pozostaje słabo zrozumiane, ale ważną rolę mogły odegrać tutaj czynniki motywacyjne.

#### **Fundament #4: gramatyka działania**

Przejdźmy do ostatniego etapu naszego ewolucyjnego scenariusza: wyłonienia się gramatyki. Gramatyka jest najbardziej osobliwą cechą ludzkiego języka. Choć Nim Chimpski zdołał nauczyć się, jak kojarzyć słowa ze znaczeniem, to jednak gramatyka pozostaje tym, czego żadna małpa nigdy nie opanowała.

Dla ludzi, ten sam zestaw słów może mieć bardzo różne znaczenie, w zależności od kolejności. „Pies pogryzł człowieka” to żadna nowina, ale „człowiek pogryzł psa” – to już nie jest codzienność<sup>[5]</sup>. Nim nigdy nie doszedł tak daleko. Dla niego stwierdzenie „Banan Nim zjadać” i „Nim zjadać banan” to była taka sama dobra wiadomość. Niezdolność szympansa do zrozumienia kolejności



słów stoi w dużym kontraście z tym, co osiągnęły dzieci z Nikaragui, które spontanicznie, bez specjalnej nauki, wynalazły gramatykę. Nie tylko żaden inny naczelnny poza człowiekiem nigdy nie zaczął spontanicznie używać gramatyki, ale również mimo intensywnego treningu, nasi najbliżsi krewni, szympansy, są niezdolne do przyswojenia sobie gramatyki. Jak w takim razie gramatyka mogła wyewoluować?

Przyjrzymy się przez chwilę temu, co gramatyka wnosi<sup>[6]</sup>. Gramatyka to reguły struktury i logiki, które nadają językowi znaczenie. W języku angielskim wyrazy ułożone w różnej kolejności mają inne znaczenia – jak pamiętamy z przykładu z psem i człowiekiem. Gramatyka nadaje również językowi hierarchiczną organizację oraz umożliwia rekursję. Wyrażenie nie jest po prostu ciągiem słów, ale posiada ukrytą strukturę. W zdaniu takim jak „Przystojny młody mężczyzna pocałował piękną dziewczynę – namiętnie” – czujemy, że wyrazy „przystojny” oraz „mężczyzna” są w jakiś sposób bardziej połączone niż „młody” i „pocałował”, pomimo faktu, że słowa te są równie daleko od siebie w tym zdaniu. Rozumiemy zatem, że w wypowiedzi istnieje hierarchia, w której te trzy słowa „Młody przystojny mężczyzna” tworzą pewną jednostkę (podmiot, czyli tego, kto wykonał czynność), „pocałował namiętnie” tworzą inną jednostkę (orzeczenie, czyli co zostało zrobione), a „piękną dziewczyną” – trzecią jednostkę (dopełnienie – kto jest adresatem czynności). I choć wyrazy „pocałował” i „namiętnie” znajdują się od siebie daleko, zdajemy sobie sprawę z tego, że się ze sobą łączą.

A jeśli teraz dodam, że mężczyzna pocałował inną dziewczynę poprzedniego dnia, możesz umieścić to całe zdanie wewnątrz tego wcześniejszego, czyniąc jego strukturę rekursywną: „Przystojny młody mężczyzna, który pocałował inną piękną dziewczynę poprzedniego dnia, pocałował tę piękną dziewczynę dzisiaj – namiętnie”. Możemy osadzać zdania w zdaniach, a te w następnych i tak dalej, bez żadnych ograniczeń.

Choć pojęcia porządku i ukrytej hierarchii mogą być unikalne dla ludzi *w kontekście języka*, powiedziałbym, że nie są one unikalne dla człowieka w ogóle. Jest jedna domena, w której te pojęcia stają się rutyną dla każdego naczelnego – jest to działanie. Weźmy za przykład jedzenie. Podstawowy program motoryczny może wyglądać tak: wyciągnij rękę po owoc, złap owoc, włóż go do ust, oddal palce od ust, połknij owoc. Ta konstrukcja sama w sobie jest wysoce

hierarchiczna, ponieważ każdy element jest sam w sobie całym drzewem komend motorycznych (sięganie po owoc wiąże się ze skoordynowanym działaniem wielu mięśni, w zależności od tego, jakiego kształtu jest owoc, czy trzeba się przedzierać przez gałęzie, żeby dostać się do owocu itd.), ale cała struktura może stać się rekursywna, jeśli owocem będzie banan. Po złapaniu banana i przed włożeniem go do ust, szympanś użyje drugiej ręki, by złapać skórkę banana, oderwie kawałek skórki, chwyci owoc za koniec, następnie pociągnie fragment oderwanej skórki, by zedrzeć ją do końca i dopiero wtedy będzie kontynuował zgodnie z wyjściowym planem – włoży owoc do ust itd. Podobnie jak zdanie „Zjadłem banana” może być rekursywnie rozszerzone do zdania „Zjadłem banana, którego obrałem ze skórki”, schematy działania szympanśa mogą być w ten sposób rekursywnie rozszerzane przez inne schematy działania. Podobnie jak język łączy ograniczony słownik wyrazów w nieskończoną liczbę różnych hierarchicznych wyrażań, naczelnie organizują ograniczony słownik czynności (chwytywanie, sięganie po, rozrywanie itd.) w nieskończoną liczbę hierarchicznych schematów działania.

Powiedziałbym zatem, że nie jest żadną tajemnicą, dlaczego część przedmotorycznej kory, która kontroluje gramatykę, jest tą samą częścią mózgu, która przygotowuje nasze motoryczne czynności. Gramatyka, jak się wydaje, opiera się na części mózgu, która, u małp, koordynuje hierarchiczne struktury: korze przedmotorycznej. Choć małpy zdają się nie być w stanie wykorzystać tej maszynery dla języka, używają jej nieustannie, by organizować swoje rozmyślane działania. Przedmotoryczna kora, która kontroluje nasze działanie, dostarcza zatem mózgom naczelnym kolejnego niezbędnego elementu ewolucji języka: gramatyki działania.

## **Konkluzje**

Z perspektywy ewolucyjnej ludzki język wydawał się pochodzić znikąd. Ale odkrycie neuronów lustrzanych pozwoliło to zmienić. Małpy mogą nie używać spontanicznie języka, ani nie nauczą się gramatyki nawet mimo kontaktu z człowiekiem – ale posiadają znaczną część tego, co byłoby im potrzebne.

Neurony lustrzane przygotowały małpy na uświadomienie sobie, że mogą porozumiewać się i dzielić się umiejętnościami z innymi jednostkami, oraz na

dekodowanie fonemów dzięki mapowaniu ich na własne gesty mowy. Zmysłowo-ruchowe asocjacje tego typu, jak obserwowane w neuronach lustrzanych, przygotowują naczelne do kojarzenia dźwięku ze znaczeniem, a zdolność generowania hierarchicznych sekwencji, jaką daje kora przedmotoryczna, przygotowuje mózg naczelnych na wymagania gramatyki.

Neurony lustrzane nie stanowią języka. Jeszcze wiele pozostaje do wyjaśnienia na drodze od szympansa do Szekspira. Ale odkrycie neuronów lustrzanych sprawiło, że ta ogromna i pozornie nieprzenikniona mgła, która spowijała język, stała się znacznie rzadsza.

## 6. Podzielanie emocji

**W** ciągu całego naszego życia dosłownie nie ma takiego momentu, w którym byśmy czegoś nie czuli[46]. Większość rzeczy robimy, poszukując przyjemności płynącej z nagrody i unikając nieprzyjemnej kary. Bardzo wielu z nas uczy się i pracuje osiem godzin dziennie, albo nawet dłużej, aby uzyskać nagrodę społeczną, jaką jest zawodowe uznanie i prestiż, a także nagrodę pieniężną, która pozwala nam nabywać dobra i usługi, które czynią nasze życie znacznie przyjemniejszym.

Jednakże nasze odczucia wykraczają poza osobiste doświadczenia i obserwacje. Gdy oglądamy, jak James Bond zostaje zbudzony przez wielką tarantulę, nasze rozumienie nie jest ograniczone do jego cielesnego działania – podziwiamy również jego przeżycia. Pocimy się jego strachem i radujemy jego triumfem. Uczucia osób, którzy nas otaczają, są zaraźliwe. Nie możemy nic poradzić na to, że nasz nastrój spada, gdy znajdujemy się w miejscu, które wypełnia smutek i rozpacz, a nasz duch rozradowuje się w radosnym towarzystwie. Podzielanie nastroju, zarówno pozytywnego, jak i negatywnego, jest tym, co sprawia, że czujemy się częścią grupy; wzajemnie połączeni.

Introspekcja podpowiada nam, że to zakażenie emocjonalne zdaje się zachodzić poza sferą naszego racjonalnego myślenia. Jeśli jesteśmy świadkami smutku żony czy męża, to istnieje spora szansa na to, że jej/jego złe wieści dotkną nas osobiście. Zakażenie emocjonalne wydaje się wówczas racjonalne. Ale jeśli spotkamy gdzieś zupełnie obcą osobę zalewającą się łzami, wpłynie to nasz nastrój, mimo że jest bardzo mało prawdopodobne, by przykrość, która przytrafiła się temu obcemu, bezpośrednio na nas wpłynęła. Podzielanie afektów innych jednostek jest głęboko zakorzenione w naszej ludzkiej naturze.

### Modele emocjonalnej komunikacji

Wiele modeli poznania społecznego nie odnosi się bezpośrednio do zagadnienia emocji. W ramach koncepcji umysłu jako potężnego komputera, który potrafi obchodzić się z każdego typu informacją, rozpoznawanie emocji innych osób

może być postrzegane jako jakaś kolejna forma myślenia dedukcyjnego opartego na regułach. Na przykład, jeśli widzę, że kąciki twoich ust opadają, jesteś w złym nastroju albo jest ci smutno, a jeśli również poruszasz się powoli, prawdopodobnie jesteś smutny. Takie reguły nie różnią się co do zasady od innych reguł odnoszących się do świata. Jeśli przekręcę kluczyk w stacyjce samochodu i nic się nie stanie, to znaczy, że mógł paść akumulator, albo skrzynia biegów nie została ustawiona na pozycji parkowania lub jałowym biegu. A jeśli żadne kontrolki deski rozdzielczej nie zapalą się, gdy przekręcę kluczyk, prawdopodobnie to jednak akumulator. Dzięki takim przykładom względnie łatwo wyjaśnić, w jaki sposób możemy rozumieć i opisywać stany emocjonalne innych osób w racjonalny sposób. Ale ciągle trudno zrozumieć, dlaczego emocje osób z otoczenia mogą wpływać na nasz nastrój.

### **Emocjonalne zakażenie i mimikra twarzy**

Wpływowa rodzina teorii psychologicznych głosi, że istnieją przynajmniej dwa specjalne mechanizmy zaangażowane w przetwarzanie emocji innych osób. Jeden mechanizm, nazwany *bezpośrednią mimikrą twarzy*, został wywnioskowany na podstawie obserwacji, iż ekspresje twarzy obserwatora często naśladują wyrazy twarzy obserwowanych osób. Na przykład gdy widzimy, że ktoś wykrzywia twarz w grymasie bólu, nasza twarz kurczy się zupełnie jak w bólu. Możemy wówczas wywnioskować emocjonalny stan innej osoby, odczuwając konfigurację naszego własnego (odzwierciedlanego) wyrazu twarzy. Istnieje wiele naukowych dowodów na to, że nasze mięśnie twarzy mogą reagować na obserwacje cudzych wyrazów mimicznych w ciągu kilkuset milisekund[47]. Eksperymenty wykazały, że to samo dotyczy się całego ciała.

Drugi mechanizm, określany jako *bezpośrednie emocjonalne zakażenie*, bierze się z obserwacji, że odczuwamy smutek, gdy siedzimy w otoczeniu pogrążonych w smutku osób, a radość, gdy znajdujemy się w pobliżu ludzi przepelnionych szczęściem. Nawet niemowlęta często zaczynają płakać, gdy są świadkami płaczu innych dzieci, tak jakby „złapały” zakaźną emocję tych dzieci.

Twierdzi się, że mimikra twarzy i zakażenie emocjonalne intensywnie oddziałują ze sobą poprzez procesy sprzężenia zwrotnego i ekspresji. Proces ekspresji jest bardzo intuicyjny. Jeśli doświadczam twojej radości i sam staję się

radosny, moja radość sprawi, że się uśmiechnę. W tym procesie moja ekspresja mimiczna znacznie przypominać twoją pośrednio, podążając za moimi uczuciami.

Sprzężenie zwrotne jest mniej intuicyjnym, ale bardzo intrygującym procesem, który wiąże nasze wyrazy mimiczne i postawy ciała z naszymi stanami emocjonalnymi. Pojęcie sprzężenia zwrotnego sięga dziewiętnastowiecznego amerykańskiego filozofa i psychologa Williama Jamesa. James był zaintrygowany związkiem pomiędzy ciałem i umysłem podczas emocji. Pisał:

Nasz naturalny sposób myślenia o standardowych emocjach jest taki, że mentalna percepcja jakiegoś faktu pobudza mentalną afekcję zwaną emocją, a ten drugi stan umysłu wzbudza cielesne ekspresje. Moja teza mówi coś przeciwnego: że zmiany cielesne bezpośrednio następują po PERCEPCJI pobudzającego faktu, i że nasze odczuwanie tych właśnie zmian, gdy one następują, JEST emocją. Potocznie można powiedzieć, że straciliśmy majątek, jest nam przykro i płaczemy; albo natknęliśmy się na niedźwiedzia, przestraszyliśmy się i uciekliśmy; lub też zostaliśmy obrażeni przez rywala, zdenerwowaliśmy się i uderzyliśmy go. Hipoteza, której tutaj bronię, mówi, że taki porządek rzeczy jest nieprawdziwy, że jeden stan mentalny nie jest bezpośrednio wywoływany przez inny, że cielesne manifestacje muszą być najpierw wstawione pomiędzy nie, i że bardziej racjonalnie jest stwierdzić, że jest nam przykro, ponieważ płaczemy, czujemy się rozżłoszczeni, ponieważ uderzamy, boimy się, ponieważ się trzęsiemy, a nie, że płaczemy, uderzamy albo trzęsiemy się, ponieważ jesteśmy smutni, źli czy też przerażeni, w zależności od przypadku. Bez cielesnych stanów wynikających z percepcji, te ostatnie miałyby całkowicie pozbawioną formę, byłyby wyblakłe, bezbarwne, pozbawione emocjonalnego ciepła. Moglibyśmy zatem zobaczyć niedźwiedzia i ocenić, że najlepiej będzie uciec; zostać znieważonym i uznać obelgę za prawo do wymierzenia sprawiedliwości, ale nie moglibyśmy poczuć strachu ani złości[48].

Oryginalny pomysł Jamesa zdaje się stać w sprzeczności z naszymi intuicjami, ale spora liczba eksperymentów pokazuje, że nasze stany cielesne, wliczając w to wyrazy mimiczne, mogą wpływać na nasze uczucia. Typowy eksperyment polega na podłączeniu badanych do maszyny, która mierzy aktywność różnych mięśni twarzy. Proszeni są oni następnie, by zmarszczyli brwi i skurczyli twarz, albo podnieść kąćki swoich ust. W rezultacie uczestnicy układają swoje twarze, jakby się krzywili albo uśmiechali, bez wyraźnego odniesienia do emocji. Zapytani o to, jak się czują, uczestniczący w tym drugim warunku okazywali się bardziej

szczęśliwi, a w tym pierwszym bardziej rozłoszczeni, co pokazuje, że ich wyraz twarzy wpłynął na ich nastrój. Powstaje dynamiczny system, który sprawia, bez konieczności interwencji świadomego myślenia, że uczucia, postawa ciała i wyraz twarzy obserwatora stają się zbieżne z uczuciami, postawami ciała i wyrazami twarzy nadawcy. Obserwator, imitując wyrazy mimiczne nadawcy, staje się samym nadawcą, co tworzy pętlę dodatniego sprzężenia zwrotnego pomiędzy jednostkami, która pozwala wyjaśniać, jak emocje mogą wznosić się i opadać wewnątrz grupy. Jeśli uśmiechnę się, naśladowując twój uśmiech, mój uśmiech wywoła jeszcze większy uśmiech na twojej twarzy, czyniąc cię jeszcze bardziej szczęśliwym, aż obaj wybuchniemy śmiechem.

Obserwator może wzmacniać rezultaty tych podświadomych mechanizmów różnorodnością świadomych zachowań. Na przykład może dokonać introspekcji własnych cielesnych uczuć i świadomie oraz celowo zapytać samego siebie: „Jakie uczucia to we mnie wywołuje?”. Biorąc pod uwagę to, że jego własne ciało i twarz odzwierciedlają twarz i ciało obserwowanej jednostki, i że jego własne uczucia zostały zarażone przez obserwowane uczucia, zadawanie sobie takiego introspekcyjnego pytania staje się źródłem informacji na temat tego, jak czuje się druga osoba. Dalszego wzmocnienia może udzielić świadoma, empatyczna emocjonalna wyobraźnia. Przeczytanie w mailu, że przyjaciel przechodzi chemioterapię, nie musi bezpośrednio doprowadzić do zakażenia emocjonalnego, ale można sobie wyobrazić, jak to jest, przypominając sobie doświadczenie zatrucia pokarmowego z mdłościami i wymiotami, co wpłynie na nasze uczucia. Inspirując się książką Carla Rogersa, psychoterapeuta może starać się celowo imitować postawę cielesną pacjenta, a ta umyślna imitacja wpłynie zarówno na jego postawę cielesną, jak i uczucia[49].

Świadoma refleksja może również modulować mimikrę twarzy i emocjonalne zakażenie. Wykazano, że wiedza o tym, że rywalizuje się z inną osobą, redukuje zarówno emocjonalne zakażenie, jak i mimikrę twarzy. Eksperymenty, w których uczestnicy proszeni byli o nadmierne okazywanie lub tłumienie ekspresji mimicznych, przyniosły również odpowiednie wyniki w zwiększonych lub stłumionych doświadczeniach emocjonalnych.

Uważa się, że poprzez te różne mechanizmy, uczucia jednostek pokrywają się. Ale jakie procesy właściwie zachodzą w naszych mózgach, gdy jesteśmy świadkami emocji innych osób? Neurony lustrzane przetwarzają działania, które

obserwujemy, w motoryczne reprezentacje podobnych zachowań. Czy mimikra twarzy i emocjonalne zakażenie mogą zostać wyjaśnione obecnością podobnych neuronów w obszarach zaangażowanych w nasze wyrazy mimiczne i uczucia emocjonalne?

## **Współodczuwanie obrzydzenia**

12 lipca 2002 roku, Marsylia. Dziwny zapach wydobywa się z należącego do Jean-Pierre Royeta renault espace – coś pomiędzy skórkami od banana a zgniłymi jajami. Razem z moim przyjacielem, Bruno Wickerem, pomogliśmy Royetowi przenieść pudełka pełne plastikowych butelek do małego budynku znajdującego się obok szpitala. To tam mieści się skaner fMRI. „Qu’est-ce qui pue comme ça?” – zapytał nas obsługujący skaner technik po francusku. „Cóż tak śmierdzi?”

Royet uśmiechnął się do mnie. Niespełna rok wcześniej siedzieliśmy z Brunonem w tym samym mieście na murku, spoglądając na Morze Śródziemne i wymyślając eksperyment pozwalający testować emocjonalne neurony lustrzane. Obaj obroniliśmy nasze doktoraty w St. Andrews, ale ja przeniósłem się do Parmy, by kontynuować badania na małpach, a Bruno przeprowadził się do Marsylii, by skupić się na badaniach fMRI z udziałem ludzi. W centrum jego zainteresowań znajdowały się emocje. Ponieważ i ja się nimi zainteresowałem i biorąc pod uwagę to, że w Parmie nie mieliśmy skanera fMRI, pomyślałem, że mógłbym odwiedzić Brunona na południu Francji.

„Potrzebujemy eksperymentu” – powiedziałem do Brunona tamtego słonecznego popołudnia – „w którym umieścilibyśmy uczestników w skanerze, wywołali emocjonalną reakcję, by zbadać, które obszary mózgu będą zaangażowane w doświadczanie tej emocji, a następnie powinniśmy pokazać temu samemu uczestnikowi emocjonalne reakcje innych osób, by sprawdzić, czy postrzeganie emocji aktywuje część tych samych obwodów, które uczestniczą w doświadczaniu emocji”.

„Nie mógłbym się bardziej zgodzić” – odpowiedział Bruno, który ewidentnie pomyślał o tym samym. „Pojawiają się jednak dwa problemy. Po pierwsze, znalezienie przynajmniej dwóch emocji, które mają różne wzorce aktywności mózgu, a po drugie – znalezienie sposobu, by wywołać te same emocje w skanerze”.



Bruno miał rację. By przeprowadzić test na obecność zjawiska odzwierciedlenia z użyciem fMRI, potrzebowaliśmy przynajmniej *dwóch* emocji, które wywołują możliwe do rozróżnienia wzorce aktywności mózgu. Gdy badaliśmy słuchowe neurony lustrzane, wykazaliśmy, że są one selektywne, ponieważ odgłosy robienia czegoś ręką aktywowały obszary zaangażowane w wykonywanie czynności ręką, zaś odgłosy wykonywania jakiegoś działania ustami aktywowały obszary zaangażowane w robienie czegoś ustami.

Niestety, większość emocji trudno wywołać w warunkach prowadzenia badań fMRI. Dla takich emocji jak szczęście, strach albo smutek, nie byliśmy w stanie wymyślić żadnego sposobu powtarzalnego wywoływania tych stanów emocjonalnych u osób znajdujących się w skanerze. Po namyśle zgodziliśmy się, że najlepszą emocją w przypadku takiego eksperymentu będzie wstręt. „Znam naukowca, Royeta, który specjalizuje się w węchu. Wydaje mi się, że dysponuje urządzeniem do prezentowania bodźców zapachowych w kontrolowanych warunkach w skanerze. Moglibyśmy używać nieprzyjemnych zapachów, które wywołałyby emocję wstrętu, i skontrastować je z przyjemnymi zapachami”.

Odpowiedź na pytanie technika, co tak śmierdzi, stanowi zatem klucz do wywołania emocji w skanerze: niewielkie plastikowe butelki zawierające bawełniane waciki skropione różnymi substancjami, które percypujemy jako zapachy. Niektóre zawierały przyjemne zapachy, takie jak truskawka albo mięta, inne, wywołujące w nas tak bardzo nieprzyjemne doświadczenia, substancje takie jak kwas masłowy albo merkaptan furfuryłowy, które pachną odpowiednio jak zjełczałe masło i zgniłe jaja.

Naszym pierwszym królikiem doświadczalnym jest Valeria. Royet przymocowuje maskę anestetyczną do jej twarzy, a technik wprowadza ją do komory skanera. Z początku ogląda ona serię filmów, na których bohaterowie wachają zawartość kieliszka. Na niektórych z tych filmów postaci nie wykazują żadnej szczególnej reakcji. To są nasze neutralne filmy. Na innych postaci przyjmują wyraz twarzy typowy dla obrzydzenia, marszcząc nos i odsuwając szybko kieliszek od twarzy. W filmach ostatniego typu postać unosi jedną z brwi i wyraża subtelny uśmiech aprobaty, tak jakby zgadzając się, że to faktycznie było wyborne wino. Następnie Valeria dowiaduje się, dlaczego ma na twarzy anestetyczną maskę. Royet naciska różne butelki, wprowadzając zapachy do gumowej rurki, podłączonej do maski Valerii, a odrzucający zapach zgniłych jajek

czy zjełczałego masła, albo dość przyjemna woń truskawek czy mięty sprawia, że Valeria doświadcza tego samego emocjonalnego rollercoastera, jaki przeżywały postaci na filmach.

W tym badaniu przyjemne zapachy i filmy pokazujące zadowolone postaci nie wywołują równie silnej pozytywnej reakcji, jak silna jest negatywna reakcja, wywoływana nieprzyjemnymi zapachami i oglądaniem filmów z osobami wyrażającymi obrzydzenie. Taki wynik był nieunikniony, ponieważ pozytywne emocje w odpowiedzi na zawartość szklanki nigdy nie będą tak silne, jak mogą być negatywne emocje w takich samych okolicznościach. Przykłady silnych pozytywnych emocji zapachowych istnieją – na przykład krótko po zakochaniu się, zapach perfum naszej miłości może wprowadzić nas w stan zachwyty, ale intensywnie pozytywne emocje, które odczuwamy w takich sytuacjach, nie są wywoływane bezpośrednio przez zapach, ale pojawiają się z powodu emocjonalnych reakcji, które kojarzymy z zapachami. Zapachy same z siebie mają moc wywoływania intensywnego obrzydzenia, ale tylko umiarkowanej przyjemności. Naszym celem było zatem odnalezienie obszarów mózgu, które reagowałyby na doświadczenie i obserwację wstępu, który jest intensywny zarówno przy odczuwaniu zapachu, jak i oglądaniu reakcji emocjonalnej, i pokazanie, że obszary te są mniej aktywne dla pozytywnych emocji, które służyć będą jako warunek kontrolny.

Po serii przyjemnych i nieprzyjemnych zapachów eksperyment dobiega końca. „Niektóre z tych zapachów były okropne” – wspomina Valeria. „W pewnym momencie niemal zebrało mi się na wymioty”. Dla nas był to dobry znak, że zapachowa część eksperymentu działała bez zarzutu.

Po przeprowadzeniu tej procedury z kilkunastoma uczestnikami, przeanalizowaliśmy zebrane dane. Podczas zapachowej części eksperymentu jedynie nieprzyjemne zapachy wywołały silne aktywacje obszaru mózgu określanego jako przednia część kory wyspy, w obu półkulach. Kora wyspy (lub po prostu wyspa) jest częścią mózgu, która otrzymuje informacje z nosa i języka oraz przetwarza smaki i zapachy żywności. U małp zawiera ona neurony, które są aktywowane przez pewne nieprzyjemne smaki i zapachy, oraz otrzymuje informacje z wewnętrznych organów, dlatego ma sens, że aktywują ją zarówno przykre zapachy, jak i cielesne reakcje, które im towarzyszą. Te cielesne wrażenia powinny być znacznie mniej wyraźne w przypadku przyjemnych zapachów, które

powinny odpowiednio słabiej aktywować korę wyspy. Właśnie takie wyniki otrzymaliśmy w naszym eksperymencie.

Lekarze zbadali, co ludzie czują, gdy ich kora wyspy zostanie aktywowana. Kiedy neurochirurg Wilder Penfield stymulował elektrycznie korę wyspy swoich epileptycznych pacjentów, raportowali oni odczuwanie nieprzyjemnych wrażeń w gardle, a niektórzy nawet zaczęli wymiotować[50]. Wprowadził on również wrażliwy na dotyk balon do żołądka pacjentów i wykazał, że elektryczna stymulacja wywołuje ruchy żołądka. Aktywacje w obszarze wyspy, które mieliśmy okazję zmierzyć w naszym eksperymencie, były zatem neuronalnymi korelatami odczuwania przez Valerię intensywnego cielesnego obrzydzenia podczas wąchania śmierdzących zapachów.

Ale co się działo, gdy nasi badani obserwowali emocje innych osób? Podczas oglądania filmów z ekspresjami mimicznymi, aktywowane były obszary wzrokowe i przedmotoryczne systemu lustrzanego, które byłyby zaangażowane w wykonywanie podobnych ekspresji mimicznych. To tak, jakby nasi badani automatycznie odwzorowywali, w mózgu, wyrazy mimiczne, które obserwowali. Jeśli więc istnieje system lustrzany emocji, to przednia część kory wyspy, której aktywacja jest specyficzna dla wstrętnych zapachów, również powinna zostać aktywowana, sprawiając, że nasi uczestnicy sami poczuliby wstręt. Analiza zebranych danych pokazała, że właśnie to miało miejsce podczas eksperymentu[51].

Byliśmy zachwyceni. Ponad dekadę po odkryciu neuronów lustrzanych w systemie motorycznym, zdobyliśmy pierwszy dowód na to, że podobny system istnieje poza domeną ruchu. Rozszyfrowaliśmy, co w mózgu wywołuje to, co psychologowie nazywają mimikrą twarzy – pośrednia aktywność w korze przedmotorycznej, jak gdyby wykonywanie tego samego wyrazu mimicznego; a także to, co nazywają zakażeniem emocjonalnym – pośrednia aktywność w korze wyspy, jak gdyby odczuwanie tej samej emocji.

## **Od neuronów lustrzanych do podzielanych obwodów**

Termin „neuron lustrzany” został ukuty w kontekście działania, ponieważ, za pośrednictwem neuronów lustrzanych, mózg wewnętrznie symuluje działania innych ludzi i generuje lustrzany obraz ich zachowania. A teraz odkryliśmy

podobny system dla emocji, potrzebowaliśmy więc nowego terminu opisującego ten system – neurony lustrzane były zbyt ściśle związane z systemem ruchowym. Tak jak kora przedmotoryczna współdzieliła dwa procesy – wykonywanie działania i oglądanie/słuchanie innych osób wykonujących taką samą czynność, wyspa zdawała się dzielić dwa emocjonalne procesy – doświadczanie silnego cielesnego uczucia wstrętu i obserwację obrzydzenia u innych osób. Zarówno kora przedmotoryczna, jak i wyspa stanowią część obwodów neuronalnych, które pozwalają nam pośrednio współdzielić działania i emocje innych osób. Ukuliśmy więc termin „podzielane obwody” (ang. *shared circuits*), opisujący całą tę rodzinę neuronalnych procesów, obejmującą neurony lustrzane ruchu i podobne systemy, takie jak ten angażujący wyspę w przypadku wstrętu[52, 53].

### **Rozpoznawanie emocji u innych osób**

W naszym eksperymencie wykazaliśmy, że wyspa aktywuje się, gdy badani oglądają wyrazy mimiczne wstrętu u innych osób, co sugeruje, że obszar ten zaangażowany jest w postrzeganie wyrazów mimicznych innych, poprzez przekształcanie obserwowanych emocji w reprezentacje naszych własnych emocji. Czy ta symulacja decyduje o tym, że rozumiemy emocje innych ludzi?

Nie możemy odpowiedzieć na to pytanie używając samego fMRI, ponieważ ta technika nie jest w stanie odróżnić przyczyny od skutku. Światła stopu w twoim samochodzie zapalają się za każdym razem, jak wciskasz hamulec i samochód zwalnia. W naszym eksperymencie coś podobnego dzieje się z wyspą. Aktywuje się ona, gdy uczestnicy obserwują wyraz mimiczny wstrętu, a następnie rozpoznają, że oglądana osoba odczuwa obrzydzenie. Czy możemy na podstawie tych obserwacji wywnioskować, że światła stopu są tym, co sprawia, że twój samochód zwalnia? Czy możemy wywnioskować, że aktywacja w korze wyspy następująca po obserwacji wyrazu mimicznego wstrętu sprawia, że rozumiesz, iż obserwowana osoba odczuwa obrzydzenie? Jeśli chodzi o przykład z samochodem, to istnieje dość prosta eksperymentalna metoda sprawdzenia związku przyczynowego pomiędzy światłami stopu a malejącą prędkością: weź młotek, roztrzaskaj światła stopu, rozpędź samochód i sprawdź, czy nadal możesz zahamować. Jeśli możesz, światła stopu nie były konieczne dla hamowania. Jeśli samochód przestał hamować, to znaczy, że były.

U ludzi podobny sposób rozumowania polega na zbadaniu pacjentów z uszkodzeniami mózgu wywoływanymi urazem, chorobą albo udarem, w obszarach będących przedmiotem zainteresowania. Badanie takich pacjentów pozwala naukowcom na sprawdzenie, czy uszkodzenie konkretnej części mózgu wpływa na jakąś jego funkcję.

W 2000 roku Andy Calder wraz ze współpracownikami z Uniwersytetu Cambridge donieśli o przebadaniu 25-letniego mężczyzny, znanego jako NK, u którego, wskutek udaru, zniszczona została lewa część kory wyspy[54]. Andy najpierw pokazał NK fotografie nieznanymi mu osobom, wykonane z różnej perspektywy i poprosił go o wskazanie tych, na których występowała ta sama osoba. NK poradził sobie z tym zadaniem prawidłowo. Pacjent rozpoznał również fotografie znanych osobom. Jego zdolność do rozpoznawania twarzy była bez wątplenia zachowana.

Następnie Andy przeprowadził testy emocjonalnych wyrazów mimicznych. Pokazał NK fotografie szczęśliwych, zaskoczonych, przestraszonych, rozłoszczonych, smutnych i wyrażających obrzydzenie twarzy. NK miał zdecydować, która z nazw podstawowych sześciu emocji najbardziej pasowała do każdej z pokazanych mu fotografii. Kiedy pokazano mu uśmiechniętą twarz, bez wahania sięgnął po karteczkę z napisem „szczęście”. Gdy oglądał zaskoczoną twarz, wybrał „zaskoczenie”. Poprawnie zareagował również w przypadku przestraszonych, rozłoszczonych i smutnych twarzy. Ale gdy Andy pokazał NK fotografię twarzy wykrzywionej w obrzydzeniu, NK był zbity z tropu i po krótkim zastanowieniu w połowie przypadków wskazał, że fotografia przedstawiała złość, a nie wstręt. Andy przeprowadził również taki sam test na sześćdziesięciu zdrowych osobach, które poprawnie rozpoznawały obrzydzenie w ponad 80 procentach przypadków. U NK nastąpiło zatem selektywne upośledzenie rozpoznawania emocji wstrętu na fotografiach wyrazów mimicznych innych osobom.

Wyspa wydaje się zatem być *konieczna* dla rozpoznawania wstrętu u innych, przeciwieństwo do światła stopu w samochodzie, które nie są potrzebne do hamowania. Trzeba zwrócić uwagę na to, że deficyt u NK ograniczony był do emocji wstrętu, co świetnie pasuje do wyników naszego badania z użyciem fMRI, ponieważ widok zadowolonych twarzy nie aktywował kory wyspy równie silnie, jak widok twarzy wyrażających obrzydzenie. Najprawdopodobniej inne obszary mózgu są niezbędne dla rozpoznawania innych emocji.

## **Rozpoznawanie emocjonalnych dźwięków**

Eksperymenty dotyczące innych modalności, takich jak dźwięk oraz intonacja wokalna, przyniosły takie same rezultaty, co sugeruje, że obszar kory wyspy, który zidentyfikowaliśmy, nie tylko przekształca obserwowane wyrazy mimiczne obrzydzenia w doświadczenie wstrętu u obserwatora, ale również przekształca odgłosy kojarzone z emocją wstrętu w zbliżone doświadczenia – podobnie jak motoryczne neurony lustrzane reagują zarówno na odgłosy działania, jak i na jego widok.

To, że ten sam obszar mózgu jest konieczny w przypadku oglądania emocji wstrętu u innych osób oraz słuchania odgłosów kojarzonych ze wstrętem, jest bardzo istotne. Podzielane obwody wydają się być generalnie wyczulone na oznaki działania lub emocji innych ludzi, niezależnie od tego, czy te oznaki mają naturę wizualną, czy dźwiękową. Każdy z nas wie z doświadczenia, jak szloch i ton głosu w rozmowie telefonicznej mogą sprawić, że zaczynamy współprzeżywać emocje partnera równie silnie i żywiłowo, jak gdyby partner znajdował się naprzeciw nas. Fakt, że podzielane obwody są wielomodalne, pomaga nam zrozumieć to zjawisko. Takie dane pochodzące z różnych zmysłów przekształcane są przez mózg w jedną część poznania społecznego – doświadczanie przez nas podobnych działań i uczuć. Różnice pomiędzy rozmową telefoniczną a spotkaniem twarzą w twarz są zatem bardziej ilościowe niż jakościowe, ponieważ przy fizycznym spotkaniu dane ze zmysłów wzroku, słuchu i dotyku sumują się, tworząc bardziej intensywne współdzielenie, zaś same dźwięki mogą wywołać podobne, choć czasem słabsze, współdzielenie dzięki wykorzystaniu tego samego mechanizmu.

### **Musisz poczuć emocje, by empatyzować z innymi**

Kluczowym faktem w naszej koncepcji podzielanych obwodów dla wstrętu nie jest tylko to, że wyspa zaangażowana jest w rozpoznawanie wstrętu u innych osób, ale również spostrzeżenie, że wyspa jest również niezbędna do tego, by samemu doświadczać wstrętu. Zgodnie z tą teorią możemy przewidywać, że lezja kory wyspy u NK powinna również upośledzić jego zdolność do doświadczania wstrętu.

W ostatnim eksperymencie Andy przekazał NK wiele skal do wyznaczenia nasilenia doświadczanych przez niego emocji. Odpowiedzi NK na pytania o własne doświadczenia strachu albo złości wskazywały, że jego przeżycia w tym zakresie nie odbiegały od normy. Następnie NK został zapytany, jak wielkie uczucie obrzydzenia wywołałyby u niego różne sytuacje. Przykładowo, gdybyś wszedł do publicznej toalety i zobaczył, że osoba, która była tam przed tobą, przeszła ostrą biegunkę, czego ślady widniały zarówno na sedesie, jak i na ścianach i czemu towarzyszył okropny zapach. W tym przypadku NK stwierdził, że w ogóle nie byłby tym obrzydzony. Najwyraźniej jego poczucie obrzydzenia zostało zredukowane.

Zaintrygowany tym odkryciem, Andy zastanawiał się, czy NK w ogóle wiedział, czym jest wstręt i poprosił o go wymyślenie sytuacji, w jakich inni ludzie poczuli by obrzydzenie. NK bez wysiłku podał kilka sensownych scenariuszy, dając do zrozumienia, że choć na poziomie konceptualnym wiedział, czym jest wstręt, to jego własna skłonność do doświadczania go i rozpoznawania u innych została upośledzona. Intelktualne rozumienie nie wystarcza, by pojąć świat społeczny ludzi: kluczowe są nasze intuicje.

Jakieś sześć tysięcy kilometrów dalej Ralph Adolphs i jego współpracownicy z Uniwersytetu Iowa opisali uderzająco podobnego pacjenta[55]. Człowiek ten, znany pod inicjałem Mr. B, przeszedł infekcję mózgu (*herpes simplex* – wirusem opryszczki pospolitej). W jego przypadku uszkodzenia były znacznie bardziej rozległe niż u NK, poza korą wyspy obejmowały wiele dodatkowych struktur mózgu. W rezultacie Mr. B cierpiał na głęboką amnezję, nie potrafił tworzyć żadnych nowych wspomnień. Za każdym razem, gdy się spotykali, Ralph musiał przypominać Mr. B, kim był.

Ralph przeprowadził na Mr. B wiele testów dotyczących jego zdolności do doświadczania i obserwowania emocji wstrętu. Uzyskał dokładnie takie same wyniki, jak Andy w przypadku NK – zdolności do rozpoznawania lub świadomego doświadczania wstrętu były u Mr. B głęboko zredukowane. Ralph kontynuował swoje badania, skupiając się na smakowej naturze doświadczeń wstrętu przez Mr. B[56]. Podał mu dwa różne napoje: wodę z solą oraz wodę z cukrem, i poprosił Mr. B o spróbowanie obu. Ten spróbował roztworu cukru, zrobił zadowoloną minę i stwierdził, że był pyszny. Następnie skosztował roztworu soli, również się uśmiechnął i stwierdził, że był znakomity. Ten brak świadomego

uznania nieprzyjemnych doświadczeń smakowych u Mr. B pasuje do wniosku, że kora wyspy odgrywa kluczową rolę w przetwarzaniu obrzydliwych zapachów i smaków.

Następnie Ralph dodał trochę jadalnych barwników do napojów, sprawiając, że roztwór soli stał się czerwony, a roztwór cukru – zielony. Mr. B miał spróbować obu, a potem zdecydować, którego chce wypić całą szklanę. Choć Mr. B przybierał zadowolony wyraz twarzy przy obu napojach, to zawsze decydował, że chce pozostać przy zielonym, czyli wodzie z cukrem. Następnie Ralph zapytał go, czy chciałby ponownie spróbować czerwonego (zawierającego sól), ale pacjent gwałtownie odmówił. Poproszony przez Ralpa, by opisał oba napoje, Mr. B odpowiedział, że oba smakowały jak „oranżada”, wykazując brak przytomnej świadomości różnicy pomiędzy jednym i drugim.

Eksperymenty takie jak te przeprowadzone z udziałem NK i Mr. B pomagają nam zrozumieć znaczenie kory wyspy w naszym własnym poczuciu obrzydzenia. Pozbawiony wyspy, mózg Mr. B ciągle wiedział, co było dla niego dobre i co było złe, sprawiając, że wybierał on wodę z cukrem a nie z solą. Tym, co się zmieniło u Mr. B w związku z przebytą chorobą, było to, że mózg przestał mu dostarczać „świadomego odczucia stanu” wstępu, w czasie gdy Mr. B pił wodę z solą. „Świadomym odczuciem stanu” nazywamy stan, w którym jesteś świadomy, że coś odczuwasz. W mózgu przetwarzanie tego, co jest nieprzyjemne, a także świadome odczuwanie mdłości i obrzydzenia, mogą być dwoma różnymi rzeczami. Kora wyspy jest kluczowa w przypadku tego drugiego, ale nie musi angażować się w to pierwsze, jak wykazała zachowana u Mr. B zdolności do wyboru smaczniejszego napoju (wody z cukrem zamiast wody z solą), nawet mimo uszkodzenia kory wyspy, ale bez świadomej znajomości przyczyny takiego zachowania.

### **Łączenie tego, co widzisz, z tym, co czujesz**

Detektyw, który chce ustalić, czy podejrzany jest winny, czy nie, czasami sprawdza wykonane przez niego połączenia telefoniczne. Prześledzenie, z kim podejrzany ma związki, może pozwolić się domyślić, jaką rolę odegrał on w zbrodni. Neuronaukowcy często robią to samo. Znajomość połączeń jakiegoś obszaru pozwala nam sprawdzić, czy obszar ten odbiera informacje



odpowiedniego typu do wykonania pewnej funkcji i czy może sam wysłać informacje do części mózgu właściwych do podjęcia odpowiedniego działania.

Dwóch amerykańskich anatomów, Marsel Mesulam i Elliott Mufson z Uniwersytetu Harvarda, badali połączenia kory wyspy, wstrzykując barwnik, który zostawia ślad na szlaku wychodzących i przychodzących połączeń[57]. Przednia część kory wyspy, która w naszym eksperymencie z użyciem fMRI okazała się aktywna podczas obserwacji i doświadczania obrzydzenia, otrzymuje dane od obszarów mózgu, które przetwarzają informacje pochodzące ze wszystkich zmysłów ciała, jak również dane z nerwów, które odbierają sygnały na temat stanu organów naszego ciała, wliczając w to serce, jelita i żołądek. Informacje te są następnie odsyłane z powrotem jako komendy motoryczne do tych samych organów oraz do podwzgórza, by zmienić nasz stan cielesny, na przykład sprawiając, że poczujemy mdłości, jeśli zjedliśmy coś szkodliwego albo wyzwalając dawkę hormonów stresu, by przygotować nas na niebezpieczeństwo.

Wzorzec połączeń opisanych wyżej ma dwie istotne implikacje odnośnie do funkcji kory wyspy. Po pierwsze, mając zdolność do odczuwania wewnętrznych stanów naszego ciała, wyspa może czytać nasze wewnętrzne intuicyjne odczucia. Takie intuicyjne odczucie jest kluczowe dla cielesnych stanów związanych z jedzeniem, na przykład nudności. Pozbawieni zdolności odczuwania swoich stanów wewnętrznych, NK i Mr. B zdawali się przestawać odczuwać obrzydzenie. Ich mózgi mogły nadal przetwarzać podświadomie to, że dany smak jest zły albo dobry dla ciała, ale utracili oni poczucie tego, że chce mi się wymiotować, które jest tak ważne dla naszej diagnozy wstrętu.

Po drugie, konwergencja informacji wzrokowych i słuchowych w korze wyspy pozwala jej na powiązanie sygnałów dotyczących wstrętu u innych osób z neuronami, które odczytują reakcje wstrętu naszego własnego ciała. Ta konwergencja może być kluczem do aktywacji wyspy zarówno podczas doświadczania, jak i obserwowania wyrazu mimicznego wstrętu w naszym badaniu neuroobrazowym. Bez tej konwergencji Mr. B i NK nie byli w stanie odnosić odczuwania przez innych ludzi wstrętu do ich własnego doświadczenia nudności. Bez tego uczucia, wstręt tak naprawdę przestaje być wstrętem.

**Ciało jest częścią i opakowaniem umysłu**

Często myślimy o umyśle jako o czymś oderwanym od naszego ciała. W epoce komputerów, pisarze science fiction marzą o wiecznym istnieniu umysłu, przechowywanym w komputerze. Jako dziecko byłem zafascynowany taką ideą. Za każdym razem gdy atakowała mnie gorączka albo ból zęba, zastanawiałem się, jak przyjemne byłoby życie, gdybyśmy byli uwolnieni od bóli i dolegliwości naszego niedoskonałego ciała.

Ale my to coś więcej niż tylko nasze świadome, logiczne umysły. Pacjenci Mr. B i NK są dobrym przykładem tego, jak bardzo życie pozbawione odczuć ciała jest niekompletne. Tracąc łączność pomiędzy umysłem a ciałem, tracimy naszą zdolność do odczuwania pewnych emocji, jak to zauważył już William James. Wyobraźcie sobie, jak bardzo żałosne byłoby życie bez ciepła, które pochodzi z pełnego troski objęcia partnera, jak krótko byśmy żyli, gdyby uszkodzenie ciała nie było tak strasznie bolesne, i co oznaczałaby miłość bez odczuwania fizycznego bólu, który pojawia się, gdy jesteśmy daleko od drogich nam osób.

Nawet jeśli nasze logiczne myśli czasami są zmaćone przez emocje, to wątpię, czy bez fizycznego dreszczu ekscytacji, który odczuwamy, gdy nasze rozumowanie prowadzi do sukcesu, w ogóle chciałoby się nam myśleć. Nasz umysł jest zakorzeniony w naszym ciele. Dzięki odkryciu podzielanych obwodów, ciało staje się ośrodkiem nie tylko naszego własnego życia emocjonalnego, ale również przez nie zawiązuje się więź między naszymi umysłami. By zrozumieć działanie innych osób, musimy zmapować je na programy motoryczne naszego własnego ciała. By zrozumieć ich emocje, musimy zmapować je na nasze własne wewnętrzne odczucia. Postaci z Hollywood takie jak Wolkanin kapitan Spock albo android Data ze *Star Treka* uzmysławiają nam, jak bardzo płytkie byłoby nasze życie bez pozytywnych i negatywnych cielesnych emocji. Zafascynowanie tych postaci emocjami jest odbiciem naszej własnej fascynacji tymi potężnymi stanami. Ich zdolność do rozumienia, co tak naprawdę dzieje się z tymi kierowanymi emocjami istotami ludzkimi, które ich otaczają, jest świadectwem tego, jak ważne są emocje będące kluczem do innych.

Kluczową rolę w tym mapowaniu odgrywa ciało, a kora wyspy zdaje się być częścią procesu, w którym świadomy umysł uzmysławia sobie rezultat tego cielesnego mapowania. Musimy przestać myśleć w kategoriach dualistycznych, które ustawiają świadomy logiczny racjonalny umysł w opozycji do instynktownych reakcji. Ciało, mózg i świadomy umysł są partnerami nieustającej

wymiany. Wiele istotnych procesów dla poznania społecznego w szczególności zachodzi wewnątrz mózgu, ale poza świadomym umysłem.

## **U bardziej empatycznych osób występują silniejsze aktywacje wyspy**

Ustaliliśmy wcześniej, że bardziej empatyczne osoby podczas oglądania czynności wykonywanych przez inne osoby aktywują swoje obszary ruchowe silniej niż ludzie cechujący się mniejszą empatią. Powinno być zatem również tak, że u takich empatycznych osób występują silniejsze pobudzenia emocjonalne, gdy obserwują oni emocje u innych ludzi. W 2007 roku wspólnie z Mbembą Jabbim, moim dobrodusznym doktorantem, który trafił do Holandii jako uchodźca z ogarniętego wojną domową Sierra Leone, zajęliśmy się tym zagadnieniem. Zafascynowany emocjami Mbemba przeskanował osiemnastu uczestników, korzystając ze schematu eksperymentu podobnego do tego, który przeprowadziłem wspólnie z Brunonem Wickerem. Tyle że zamiast filmów z powściągliwymi wyrazami mimicznymi, których my użyliśmy, Mbemba poprosił nagrywanych aktorów, by udawali zachwyty po tym, jak napili się z kubka, tak jakby odczuwali ogromne pragnienie, które zostało natychmiast ugaszone po skosztowaniu pysznego i orzeźwiającego napoju. Następnie pokazał nagrania tych scenek uczestnikom, jednocześnie mierząc aktywność ich mózgow za pomocą fMRI. Następnie badani próbowali smacznych i niesmacznych substancji, również leżąc w skanerze. A co najważniejsze, zainspirowany pionierskimi pracami niemieckiej badaczki mózgu Tani Singer, Mbemba poprosił uczestników o wypełnienie kwestionariusza empatii Daviesa (zobacz Aneks), dzięki czemu mógł zbadać, czy osoby empatyczne rzeczywiście silniej aktywowały obszary mózgu zaangażowane w ich własne doświadczenia smakowe podczas oglądania cudzych emocji[58].

Mbemba był niezmiernie podekscytowany faktem, że im dany uczestnik bardziej raportował na podstawie kwestionariusza Daviesa, że jest empatyczny w życiu, tym silniej aktywował swoje własne wewnętrzne doświadczenia w korze wyspy podczas oglądania emocji innych ludzi[59]. To poważne wsparcie koncepcji, że tym, co zmierzaliśmy w korze wyspy, faktycznie był neuronalny

proces, który leży u podłoża naszego odczuwania emocji współdzielonych z innymi, jak sugerowały wyniki uzyskane na podstawie kwestionariusza.

Różnice indywidualne pod kątem siły, z jaką ludzie dzielą emocje innych, mogą być kluczem do wyjaśnienia, dlaczego różni ludzie reagują różnie na filmy. Niektórzy z nas płaczą podczas smutnych scen, podczas gdy inni pozostają niewzruszeni. Niektórzy są fanami horrorów, podczas gdy inni dosłownie czują mdłości na widok odcinania komuś głowy toporem. Empatyczne osoby aktywują swoją korę wyspy bardzo silnie i mogą być przytłoczone pośrednimi emocjami, które filmy w nich wywołują. Inne osoby mogą aktywować swoją wyspę znacznie słabiej, dlatego potrzebują znacznie silniejszych bodźców, by ich własne emocje zostały wywołane.

Podobnie jak w przypadku działania, pozostaje jeszcze pytanie o to, co wywołuje te różnice. Bardziej empatyczne osoby mogą albo być uważniejszymi obserwatorami emocji, albo patrzą na sceny z równym skupieniem, ale posiadają silniejsze połączenia pomiędzy wzrokowym i słuchowymi obszarami przetwarzającymi pokazy emocji oraz swoimi własnymi odczuciami w korze wyspy.

### **Zachwyty również jest współdzielony w korze wyspy**

W naszym wcześniejszym badaniu fMRI skupiliśmy się na negatywnej emocji wstrętu, ponieważ sądziliśmy, że możemy skuteczniej wywołać tę emocję niż jakiegokolwiek emocje pozytywne. Jednak na szczęście życie pozwala nam również dzielić i rozumieć radość oraz przyjemność przeżywaną przez innych. Odgłosy delektowania się czymś i wyraz mimiczny zachwyty, które czasem rozmyślnie udajemy, by zainteresować dziecko jedzeniem, pokazują, jak bardzo jesteśmy świadomi intuicyjnie bycia wyczulonymi na przyjemność odczuwaną przez innych. W badaniu Mbemby wyrazy mimiczne przyjemności były celowo intensywne, by sprawdzić, czy wywołałyby one reprezentacje cielesnych odczuć – co rzeczywiście wyszło w eksperymencie. Wyspa aktywowana była przez widok przyjemności w tym samym obszarze, jak podczas pokazów wstrętu, co sugeruje, że zarówno nieprzyjemne, jak i przyjemne reprezentacje cielesne mogą być wywołane przez widok wyrazów twarzy. Te reprezentacje zachwyty również były silniej aktywowane u bardziej empatycznych osób.

Jeśli jednak kora wyspy sprawia, że dzielimy zarówno przyjemne, jak i nieprzyjemne doznania, to dlaczego pacjenci z leżą w tym obszarze mają problemy tylko ze wstrętem, a nie z pozytywnymi emocjami? Wyraz mimiczny wstrętu bardzo silnie wskazuje na to, jakiego rodzaju cielesne odczucia wyspa zdaje się przetwarzać. Jednak gdy chodzi o uśmiech, to *może* on, ale nie musi, sygnalizować cielesne odczucia. Na przykład kiedy grzecznie uśmiechamy się do kolegów z pracy każdego ranka, nie towarzyszy temu intensywne uczucie przyjemności. Nasze uczucie wstrętu jest zatem bardziej upośledzone w przypadku leżki wyspy, ponieważ bardzo silnie zależy ono od cielesnych wrażeń. Choć takie cielesne odczucia mogą być źródłem szczęścia, ogólnie nie zależy ono od cielesnych odczuć w taki sposób, w jaki zależy od nich wstręt. Posłużmy się analogią: kora wyspy jest bardziej istotna dla obrzydzenia niż dla szczęścia, tak jak twoje poczucie zimna jest bardziej istotne dla rozpoznania, że lody to lody, niż do rozpoznania, że sok pomarańczowy to sok pomarańczowy – pomimo faktu, że tak lody, jak i szklanka zimnego soku pomarańczowego może aktywować twoje poczucie zimna równie intensywnie. Nasze rozumienie szczęścia może zależeć od innych komponentów, niezwiązanych z informacjami napływającymi z trzewi – podobnie jak zimno może być częścią naszego doświadczenia orzeźwiającej szklanki soku pomarańczowego, ale nasza zdolność do rozpoznawania soku pomarańczowego nie zostanie upośledzona przez utratę poczucia zimna. Niemniej jednak, wewnętrzne, cielesne wrażenia mogą być źródłem szczęścia, zwłaszcza gdy są związane z jedzeniem i zdaje się, że to je właśnie Mbemba wyłowił w swoim badaniu.

Tą serią eksperymentów istotnie zbliżyliśmy się do odkrycia, w jaki sposób rozumiemy innych ludzi. Kiedy jesteśmy świadkami cudzych działań lub emocji, nasz mózg sprawia, że podzielamy te działania i emocje dzięki aktywacji obszarów, które normalnie uczestniczą w wykonywaniu tych samych czynności albo doświadczeniu tych samych emocji. Choć ta zasada najpierw została odkryta w dziedzinie działania, teraz stało się jasne, że jest ona bardziej ogólna. Emocje zdają się również być jej podporządkowane. Mogę odczuwać to, co ty czujesz.

**Potęga słów**

Wszyscy doświadczyliśmy tego, jak poruszająca może być dobra powieść. W porównaniu do widzenia oraz czucia, co robią inni, a co zwierzęta potrafią od milionów lat, pisanie jest nowym wynalazkiem, ma nie więcej niż dziesięć tysięcy lat. W jaki sposób mózg radzi sobie z tym wynalazkiem, tak że możemy się wzruszać przy książce? Postaraliśmy się z Mbembą odpowiedzieć na to pytanie. Bardziej konkretnie, chcieliśmy się dowiedzieć, czy napisane historyjki mogą w jakiś sposób podłączyć się do tych samych struktur mózgu, co widok emocji innych ludzi. Zmierzyliśmy aktywność mózgu tych samych osób, które oglądały i odczuwały wstręt oraz przyjemność w naszym poprzednim eksperymencie, ale tym razem daliśmy im do przeczytania krótkie teksty. Przykładowy wyglądał tak: „Gdy się obróciłeś, by sprawdzić, kto uwiesił ci się na ramieniu, wlepiłeś oczy w szkaradną twarz bezdomnego mężczyzny. Starając się uwolnić od jego przeszywającej obecności, zauważyłeś przelotnie błysk jego zepsutych, ropiejących zębów, a potem białka w oczach. Bezdomny szybko traci równowagę, a przez swoje usta wylewa na ciebie całą zawartość swojego owrzodzonego żołądka! Jesteś cały pokryty niestrawionymi wymiocinami, złożonymi z gnijącego mięsa, pozieranego z puszek wyrzucanych do ulicznych koszy na śmieci. Od dawna nie czułeś takich mdłości. Możesz poczuć skurcze w żołądku. A potem wyczuwasz twardy, mięsisty kawałek jego wymiocin w kąciku swoich ust...”. Mierzyliśmy bezpośrednio aktywność w tej części wyspy, którą wcześniej powiązaliśmy z oglądaniem wyrazów mimicznych obrzydzenia oraz samodzielnym odczuwaniem niedobrego smaku. Ku naszemu zdumieniu, ten sam region uległ silnej aktywacji, gdy ludzie czytali takie obrzydzące historyjki; aktywacje były znacznie silniejsze niż wtedy, gdy ludzie czytali neutralne emocjonalnie historyjki[26]. Następnie wykorzystaliśmy technikę nazywaną psychofizjologiczną interakcją, by sprawdzić, które obszary mózgu mogą być odpowiedzialne za wywołanie aktywności wyspy podczas czytania opowieści albo podczas oglądania wyrazów mimicznych obrzydzenia u innych osób. Choć kora wyspy aktywowała się podobnie w obu przypadkach, okazało się, że ta aktywacja była wywołana w tych dwóch przypadkach przez różne części mózgu. Podczas oglądania wyrazów mimicznych u innych osób, aktywacja wyspy była wywoływana przez korę przedmotoryczną, która odzwierciedla zaobserwowane wyrazy mimiczne. Podczas czytania korę wyspy aktywowały obszary znane z przetwarzania języka, takie jak ośrodek Broki i płat skroniowy. Wyspa wydaje się zatem wspólną areną zarówno dla naszych własnych emocji, tych, które

obserwujemy u innych, jak i tych, o których czytamy. To tam nasze faktyczne emocje spotykają się z cudzymi emocjami i z emocjami, o których czytamy i które sobie wyobrażamy. Mózg w jakiś elastyczny sposób kieruje różne formy informacji do tej samej, współdzielonej kory wyspy, niezależnie od tego, czy informacją jest ewolucyjnie stary widok twarzą w twarz, czy też ma nową, pisaną formę. Mechanizm aktywacji obszaru, który jest odpowiedzialny za twoje własne emocje podczas doświadczania cudzych emocji, okazał się nawet bardziej ogólny, niż wcześniej sądziliśmy.

### **Trafił swój na swego**

Panuje obiegowa opinia, że empatia jest niepodzielną cechą, tak iż ktoś jest albo mniej, albo bardziej empatyczny. Gdy opisujemy osobowość innych osób, rzadko uszczegóławiamy dziedzinę empatii. Tymczasem nasze badania zdają się sugerować, że powinniśmy to robić.

W obu naszych badaniach dotyczących odgłosów działania i wyrazów mimicznych, zaobserwowaliśmy, że uczestnicy z wyższymi wynikami uzyskanymi w testach empatii silniej aktywowali, w zależności od eksperymentu, albo swoją korę przedruchową, albo korę wyspy. Bliższe przyjrzenie się skali Daviesa wyjaśnia, że różne aspekty skali empatii korelują z aktywnością przedruchową lub wyspową[14]. Podczas słuchania odgłosów *działania*, aktywność kory przedmotorycznej była silniejsza u osób, które osiągały wyższe wyniki na kwestionariuszu w podskali „Przyjmowania perspektywy”. Ta podskala zawiera takie zdania jak: „Czasami próbuję lepiej zrozumieć moich przyjaciół, wyobrażając sobie, jak sytuacja wygląda z ich punktu widzenia”. Z drugiej strony, aktywność wyspy podczas obserwowania *emocji* korelowała z bardziej emocjonalnymi podskalami, konkretnie z podskalami „Osobistej przykrości” oraz „Fantazji”. Uczestnicy, którzy zgadzali się ze stwierdzeniem: „Gdy znajduję się w centrum sytuacji powodującej wiele emocji, czasami czuję się bezradny/a”, aktywowali własne wewnętrzne odczucia w korze wyspy silniej niż inne osoby. Co warto podkreślić, korelacja pomiędzy skalą przyjmowania perspektywy z jednej strony, a z drugiej – skalami osobistej przykrości oraz fantazji, była niska, co wskazuje na to, że uczestnicy, którzy bardzo angażują się w „przyjmowanie

perspektywy” niekoniecznie są tymi samymi, których martwi przykrość odczuwana przez inne osoby.

Fakt, że dwa obszary mózgu zaangażowane w różne aspekty rozumienia innych osób korelują z różnymi podskalami oznacza, że nie powinniśmy myśleć o empatii albo rozumieniu innych ludzi jako o pojedynczym zjawisku. Obszary przedmotoryczne odzwierciedlają *działania* innych ludzi i mogą pozwalać nam postrzegać z ich perspektywy cele oraz motywacje. Wyspa, z drugiej strony, odzwierciedla *pochodzące z wnętrza ciała odczucia* innych osób i może pozwalać nam dzielić ich emocje. W prawdziwym życiu te dwa komponenty często wzajemnie na siebie oddziałują i przyczyniają się do wszechstronnego intuicyjnego zrozumienia wewnętrznego życia otaczających nas osób, obejmującego zarówno ich cele, jak i emocje, choć ta zdolność może zostać rozdzielona na nieco oddzielne elementy. Niektórzy ludzie zdają się szczególnie dobrze odzwierciedlać emocje innych osób, innym wychodzi jedno i drugie, a jeszcze innym – żadne. Empatia winna być zatem postrzegana jako mozaika mniejszych elementów, które razem budują ostateczny obraz tego, co dzieje się w innych ludziach.

Jak się okazuje, poddziedziny naszej empatii są nawet bardziej rozdrobnione, ponieważ różnice w naszych osobistych doświadczeniach wpływają na różnice w naszej empatii. Ci z nas, którzy, podobnie jak ja, często cierpią na ból zatokowy głowy, są wyjątkowo empatyczni wobec innych osób cierpiących na to samo – ale znacznie mniej wobec tych, którym doskwiera ból pleców.

### **Różnica pomiędzy uśmiechem udawanym a prawdziwym**

Jak dotąd pokazaliśmy, że wyspa zaangażowana jest w podzielenie emocji wewnętrznych u innych osób, takich, jak wstręt albo przyjemność związana z jedzeniem. Jeśli nasz mózg dedukuje te wewnętrzne stany z cudzych wyrazów mimicznych oraz ich zachowania, to wyspa musi w jakiś sposób otrzymywać informacje z obszarów, które przetwarzają te obserwowane zachowania motoryczne. W świetle odkrycia neuronów lustrzanych można podejrzewać, że mogą to być m.in. obszary zaangażowane w kontrolę wyrazów mimicznych.

Gdy patrzymy na twarz jakiegoś polityka, od razu wyczuwamy, że jego uśmiech jest wymuszony. Kąćki ust są wprawdzie podniesione, ale skóra



i mięśnie otaczające oczy pozostają rozluźnione. Symulowanie uśmiechu jest bardzo trudne. Aktorzy, którzy zarabiają na życie symulując wyrazy mimiczne, na ogół nie starają się udawać uśmiechu – raczej z całych sił próbują wejść w radosny nastrój, a wtedy uśmiech przychodzi naturalnie.

Dlaczego tak trudno rozmyślnie przyjąć dany wyraz mimiczny? Odpowiedź na to pytanie wiąże się z faktem, że obszary mózgu, które kontrolują rozmyślne ruchy twojej twarzy, to inne obszary niż te, które powodują emocjonalne tworzenie się wyrazów mimicznych[60]. Kora przedmotoryczna oraz pierwszorzędowa kora motoryczna, z którymi zapoznaliśmy się w poprzednich rozdziałach, są częścią systemu motorycznego podlegającego twojej kontroli. Jeśli symulujesz uśmiech bez stworzenia emocji, używać będziesz tych dwóch obszarów korowych. Nazywam ten system „zimnym” systemem wyrazów mimicznych, ponieważ nie wymaga on ciepła emocji. Zimny system kontroluje również twój program motoryczny przeżuwania, wydmuchiwanie nosa, artykulacji i innych zorientowanych na cel zachowań, które wykonujemy z użyciem naszej twarzy.

Równoległe do tego systemu, obszary w okolicach środkowej linii pomiędzy półkulami twojego mózgu, w pobliżu bruzdy obręczy (*cingulate sulcus*), wywołują bezwarunkowe, mimowolne emocjonalne zachowania. Marszczenie twojego nosa, gdy wyczuwasz brzydki zapach, kurczenie się twarzy, gdy odczuwasz ból oraz śmiech, gdy słyszysz coś zabawnego – to wszystko podlega kontroli tych pośrodkowych struktur. Nazywam ten system „gorącym” systemem motorycznym, ponieważ przekształca on ciepło pobudzenia emocjonalnego na obserwowalne zachowanie twarzy i innych części ciała.

Oba te motoryczne systemy twarzy, gorący i zimny, wysyłają informacje bezpośrednio do jądra u podstawy mózgu, które kontroluje mięśnie twarzy – zbiegają się one w tych samych mięśniach, ale posiadają inne reprezentacje programów motorycznych. Fakt, że programy motoryczne zimny i gorący przechowywane są w oddzielnych lokalizacjach korowych oznacza, że nie możemy rozmyślnie aktywować motorycznego programu emocjonalnego uśmiechu. Jeśli chcemy symulować uśmiech, musimy stworzyć nowy program motoryczny, który celowo wytworzy sekwencję ruchów mięśni wykorzystywanych przez gorący układ ruchowy, a efekt zawsze będzie wyglądał jak tania reprodukcja.

Niezależność gorącego i zimnego systemu kontroli twarzy staje się wyraźna po niektórych lezjach. Uszkodzenia dotyczące zimnego systemu kontroli

motorycznej pozostawiają ludzi niezdolnych do celowego poruszania twarzą. Jeśli opowiesz takiemu pacjentowi dobry kawał, roześmieje się on i uśmiechnie, mimo że nie jest w stanie udawać uśmiechu albo rozmyślnie ruszać twarzą. Sytuacja wygląda dokładnie na odwrót w przypadku lezji gorącego systemu kontroli motorycznej. Ci pacjenci są w stanie rozmyślnie ruszać twarzą, ale ta twarz pozostanie niewzruszona, gdy będą doświadczać emocji.

Jeśli mamy dwa systemy motoryczne, które kontrolują nasze twarze, co dzieje się z nimi, gdy oglądamy wyrazy mimiczne innych osób? W poszukiwaniu odpowiedzi na to pytanie, przeprowadziłem eksperyment wspólnie z moim kolegą Christiaanem van der Gaagiem[61].

Wykorzystaliśmy fMRI, by zmierzyć aktywność mózgu osób badanych podczas oglądania krótkich filmików, na których aktorzy śmiali się, wyglądali na obrzydzonych czymś albo wystraszonych. Następnie poprosiliśmy uczestników, by przyjęli pewne wyrazy mimiczne, nadal leżąc w skanerze, oraz poprosiliśmy ich, by spróbowali się wprowadzić w dany stan emocjonalny, tak aby aktywowali zarówno gorący, jak i zimny system kontroli motorycznej. Jeśli badani mieli system lustrzany dla wyrazów mimicznych, części gorącego i/lub zimnego systemu motorycznego powinny aktywować się na widok wyrazów mimicznych innych osób. Odkryliśmy, zgodnie z przewidywaniami, że obserwacje wszystkich tych wyrazów mimicznych aktywowały obwody, które także były aktywne, gdy uczestnicy proszeni byli o wykonanie podobnych wyrazów mimicznych. Ten wspólny dla obserwacji i wykonania wyrazów mimicznych obwód obejmował trzy główne obszary: korę skroniową, która opracowuje wizualną deskrypcję obserwowanych wyrazów mimicznych; korę przedruchową, która jest częścią zimnego systemu kontroli motorycznej; a także regiony wokół bruzdy obręczy, które są częścią gorącej kory motorycznej.

Zimna część tego wspólnego obwodu przypomina to, co – zgodnie z odkryciem Valerii – aktywowało się zarówno podczas wykonywania czegoś ustami, jak i dźwięków temu towarzyszących[9]. W obu przypadkach były to regiony obejmujące płat skroniowy oraz korę przedruchową. Oglądanie wyrazów mimicznych aktywowało zarazem gorący system kontroli motorycznej pośrodku mózgu. Aktywacja była silniejsza dla emocjonalnych wyrazów mimicznych w porównaniu do obserwacji ruchów twarzy, które nie miały emocjonalnego pierwiastka.

Co istotne, pierwszorzędowa kora ruchowa, która ma najsilniejsze i najbardziej bezpośrednie połączenia z mięśniami twarzy, aktywowała się tylko wtedy, gdy uczestnicy wykonywali ruchy twarzy, ale nie wtedy, gdy obserwowali wyrazy mimiczne u innych osób.

Gdy oglądamy wyrazy mimiczne, musimy aktywować zarówno neuronalną reprezentację podobnych uczuć w naszej wyspie oraz podobnego wyrazu mimicznego w naszym zimnym i gorącym systemie motorycznym. Odkrycia te przeniosły rewolucję rozruszaną przez neurony lustrzane o kolejny krok naprzód. Okazało się, że gdy obserwujemy zachowanie innych osób, nasz mózg zdaje się dzielić z obserwowaną osobą bogatą mozaikę neuronalnej aktywności, wliczając w to reprezentacje jego ruchów ciała, jego uczuć oraz jego wyrazów mimicznych.

### **Podzielanie wyrazów mimicznych jest kluczowe dla rozumienia cudzych emocji**

Ralph Adolphs i jego współpracownicy z Uniwersytetu Iowa przebadali dużą liczbę pacjentów ze zlokalizowanymi uszkodzeniami mózgu[62]. Osoby te przeszły udar albo inne formy urazów mózgu i zgodziły się uczestniczyć w eksperymentach psychologicznych. Pokazano im wiele różnych fotografii twarzy wykazujących wyrazy emocjonalne i poproszono następnie o ocenę fotografii pod kątem tego, jak bardzo osoba na zdjęciu była zdenerwowana, przestraszona, szczęśliwa itd. Badacze zaobserwowali, że tylko pewna grupa pacjentów miała problemy ze zidentyfikowaniem emocji innych osób na podstawie ich wyrazów mimicznych. Porównali oni lokalizacje uszkodzeń w mózgach u tych pacjentów z lokalizacją uszkodzeń u pacjentów, którzy nie mieli problemów z rozpoznawaniem emocji. Okazało się, że ci z problemami zdawali się mieć lezje w korze przedruchowej prawej półkuli, dokładnie tam, gdzie Christiaan van der Gaag wykrył aktywność u osób, które obserwowały i wykonywały wyrazy mimiczne. Zatem uszkodzenia w zimnym systemie motorycznym twarzy zdają się prowadzić do deficytów w rozpoznawaniu wyrazów mimicznych. Gdy obserwujemy wyrazy mimiczne u innych osób, zdolność do wewnętrznego symulowania tego, co robią ich twarze, zdaje się ważna dla rozumienia ich wewnętrznych stanów.

## **Mimikra twarzy wywołuje emocjonalne zakazanie**

Emocje i system motoryczny są powiązane na wiele sposobów. Na przykład, które pary liter lubisz bardziej: FV czy FJ? Jak się okazuje, twoja odpowiedź zależy od tego, jak wiele czasu spędzasz za klawiaturą. Jeśli często piszesz na klawiaturze, prawdopodobnie bardziej lubisz FJ niż FV z tego prostego powodu, że FJ może być zapisane w łatwiejszy sposób, z użyciem palców obu rąk[63]. Choć większość ludzi wykazujących tę preferencję jest nieświadomych jej powodu, ich system ruchowy determinuje ich emocjonalną preferencję. Ludzie, którzy nie używają zbyt często klawiatury, nie mają takich preferencji.

Wspólnie z Mbembą Jabbim zbadaliśmy, czy dla wyrazów mimicznych istnieje powiązanie pomiędzy aktywacją w zimnym systemie kontroli motorycznej oraz aktywacją odczuć w korze wyspy. Gdy uczestnicy oglądali filmy z wyrazami mimicznymi, ich aktywacje w wyspie oraz korze przedruchowej nie zawsze były takie same. W niektórych próbach zniesmaczone twarze aktywowały wyspę silniej, w innych – słabiej. Jeśli podzielenie ruchów twarzy w zimnym systemie motorycznym działa niezależnie od podzielenia emocji w wyspie, to próby, w których wyspa aktywuje się bardziej, niekoniecznie będą tymi samymi próbami, w których silniej reaguje zimny system motoryczny. Jeśli jednak, z drugiej strony, są one połączone, próby z silnymi aktywacjami wyspy powinny być również próbami z silnymi aktywacjami zimnej kontroli motorycznej.

Mbemba odkrył, że gdy osoby badane obserwowały neutralne ruchy twarzy, na przykład kogoś pijącego przez słomkę, nie było powiązania pomiędzy wyspą a zimnym systemem motorycznym. Z drugiej strony, kiedy ludzie oglądali wyrazy mimiczne wstrętu albo zadowolenia, oba systemy były powiązane. Jeśli tylko przedmotoryczna kora silnie aktywowała programy mimiczne, wyspa silnie aktywowała wewnętrzne odczucia. Co ciekawe, aktywacje w przedmotorycznej korze pozwalały przewidywać aktywacje w wyspie bardziej niż odwrotnie, co sugeruje, że twój mózg najpierw symuluje w korze przedmotorycznej, co twarz innej osoby robi, a gdy podzielisz ten sam wyraz mimiczny w twojej korze przedruchowej, twoja wyspa wchodzi do gry, sprawiając, że dzielisz uczucia tej osoby[64].

## **Podzielanie emocji z twarzą pokerzysty**

Mózg zdaje się symulować ruchy twarzy poprzez zimny system motoryczny niezależnie od tego, czy ruchy te są emocjonalne, czy nie. Jeśli wyraz mimiczny sygnalizuje emocje cielesną, taką jak wstęt albo przyjemność, dochodzi do wymiany informacji pomiędzy korą przedruchową a wyspą, co wywołuje reprezentację podobnego wewnętrznego odczucia. Nie tylko czujemy wtedy, co twarz robi, ale również co dana osoba czuje w środku, i podzielamy jej obrzydzenie lub przyjemność. Biorąc pod uwagę to, że wyspa odbiera również bezpośrednie sygnały z obszarów wzrokowych, te dwa szlaki mogą wiązać się z emocjonalnym zakażeniem. Jeden bezpośrednio wywołuje reprezentacje uczuć na podstawie widoku emocjonalnego wyrazu mimicznego, a drugi robi to pośrednio, poprzez tłumaczenie wizualnej deskrypcji na motoryczne reprezentacje w ciepłym i zimnym systemie kontroli twarzy, a następnie wywołuje reprezentacje odpowiednich uczuć poprzez połączenia pomiędzy tymi systemami motorycznymi oraz wyspą.

Psycholodzy stworzyli kiedyś dość dokładną teorię emocjonalnej komunikacji, łącząc ideę emocjonalnego zakażenia oraz mimikry twarzy. Spoglądanie bezpośrednio na mózg potwierdza interakcję pomiędzy aktywacją podobnych odczuć oraz reprodukcją podobnych wyrazów mimicznych, ale również zmienia tę teorię na dwa istotne sposoby.

Po pierwsze, badania neuronaukowe pokazują, że najsilniej aktywowane motoryczne obszary nie leżą w pierwszorzędowej korze ruchowej, ale znajdują się na wyższych poziomach motorycznych, wliczając w to „zimną” korę przedmotoryczną oraz „gorącą” korę ruchową zakrętu obręczy. Podczas gdy aktywność w pierwszorzędowej korze bezpośrednio prowadzi do obserwowalnych, jawnych zmian w ciele, aktywność w tych obszarach wyższego rzędu, wobec braku aktywności pierwszorzędowej kory ruchowej, może pozostać niejawna. Tak jak ludzie potrafią aktywować swoją przedmotoryczną korę bez poruszania swoją ręką, gdy obserwują, jak ktoś inny chwyta piłkę, mogą również aktywować te obszary motoryczne wyższego rzędu, gdy obserwują wyrazy mimiczne, bez konieczności poruszania swoją twarzą. Obserwator wtedy czuje się trochę tak, jakby sam wykonał podobny wyraz mimiczny, choć tak naprawdę tego nie zrobił. Ten proces jest konceptualnie powiązany z tym, co psycholodzy nazywają mimikrą twarzy, ponieważ jest to funkcja motoryczna, ale odróżnia się od faktycznej mimikry twarzy pod kątem tego, że nie prowadzi koniecznie do

ruchów twarzy obserwatora. W zależności od wielu czynników, ta symulacja motoryczna wyższego rzędu *może* zostać wysłana do pierwszorzędowej kory motorycznej oraz mięśni twarzy i *może* doprowadzić do jawnej mimikry twarzy, którą psychologowie czasem mierzą jako aktywność mięśni twarzy obserwatora, ale ten proces jest opcjonalny. Jeśli osoba naprzeciw mnie jest moim wrogiem albo rywalem, albo gdy ja chcę ukryć moje emocjonalne zaangażowanie, moja twarz może pozostać stoicka, nie dostarczając żadnego jawnego świadectwa moich motorycznych symulacji[65].

Rozróżnienie pomiędzy aktywacją reprezentacji podobnych wyrazów mimicznych w obszarach motorycznych wyższego rzędu oraz jawną mimikrą twarzy wyjaśnia, dlaczego naukowcom nie udało się znaleźć silnego powiązania pomiędzy jawną mimikrą oraz rozumieniem emocji[66]. *Niejawna* symulacja wyższego rzędu jest tym, co dostarcza wglądu w emocje innych. *Jawna* mimikra twarzy, z drugiej strony, jest niczym więcej, jak tylko *instrumentalnym* narzędziem społecznej wymiany.

Mimikra może, na przykład, pomóc ustalić więź pomiędzy nadawcą a obserwatorem, jako że sygnalizuje chęć obserwatora do nastrojenia się na emocje nadawcy. W praktyce psychologicznej i psychiatrycznej może to być ważne we wzmacnianiu relacji pomiędzy pacjentem a terapeutą[49]. Tłumienie jawnej mimikry może, z drugiej strony, być pomocne w sygnalizowaniu, że ktoś nie chce nastroić się na emocje konkretnych osób. Na przykład nieodwzajemnienie uśmiechem uśmiechu jest efektywnym komunikatem: „Zostaw mnie w spokoju”, a nieprzybieranie smutnego wyrazu twarzy naprzeciw płaczącego dziecka jest sposobem zasugerowania dziecku: „Weź się w garść”.

Obserwacje zarówno ruchów ciała, jak i wyrazów mimicznych prowadzą do aktywacji w korze przedmotorycznej. Jedno i drugie może, ale nie musi, prowadzić do jawnej imitacji. Pomimo tych podobieństw, jawna mimikra jest częstsza w przypadku wyrazów twarzy niż w przypadku celowych ruchów ręką, w których często potrzeba dodatkowej stymulacji za pomocą TMS, by sprawić, że aktywacja mięśni stała się mierzalna. Skąd ta różnica? Odpowiedź może być bardzo prosta. Gdybyśmy siedzieli razem w restauracji, jedząc samotnie przy osobnych stolikach, a ty byś się uśmiechnął/ęła w odpowiedzi na mój uśmiech na widok kelnera przypadkowo wylewającego talerz zupy na snobistycznego i nieznośnego gościa, poczulibyśmy się „połączeni”. Wykazano, że taka mimikra

twarzy zachęca mnie do większej interakcji z tobą i sprawia, że myślę o tobie ogólnie bardziej pozytywnie. Jawne naśladowanie ruchu ręki kelnera i wylanie własnego talerza zupy na kogoś innego, spowodowałoby znacznie bardziej negatywne efekty. Ogólnie, imitowanie celowych działań podczas obserwacji często ma negatywne efekty, ponieważ interferuje ono z zachowaniem własnym obserwatora. Wyrazy mimiczne nie wywołują zwykle takich interferencji.

### **Zacieranie granic między jednostkami**

Nasze zachodnie społeczeństwa są zbudowane wokół jednostki i jej prawa do poszukiwania szczęścia. Wartości takie jak małżeństwo, rodzina i naród są stale zastępowane przez jednostki poszukujące własnego osobistego spełnienia. Rodzice w podeszłym wieku trafiają do domu opieki, by nie naruszać wolności dzieci do tego, by żyć tak, jak chcą. Teoria ekonomiczna przyjmuje, że ludzie są *homo oeconomicus*, czyli racjonalnymi jednostkami, które robią to, co dla nich najlepsze.

Neuronauka nie może powiedzieć, jak powinny wyglądać relacje międzyludzkie, albo czy indywidualizm jest zły, czy dobry. Wszystko, co może nam ona powiedzieć, to jak wygląda nasza natura, jak miliony lat ewolucji ukształtowały nasz mózg, by odnosić się do innych ludzi. A odkrycie podzielanych obwodów zmieniło nasze rozumienie powiązania pomiędzy indywidualnym umysłem oraz otaczającymi nas ludźmi.

Przed odkryciem podzielanych obwodów nasza wizja mózgu była na wskroś indywidualistyczna. „Świat zewnętrzny” – wliczając w to otaczających nas ludzi – był reprezentowany w zmysłowych obszarach mózgu, zaś jaźń i jej wolna wola – w całkiem innych, wyraźnie oddzielonych od tamtych. Te „osobiste” obszary mózgu wiążą się z funkcjami jednostki, takimi jak decydowanie, w którą z wielu alternatyw jednostka zdecyduje się wierzyć lub nie, gdzie należy skierować uwagę i które wspomnienia przechowywać lub wydobyć. Oczywiście, świat wokół nas mógł wpłynąć na te osobiste obszary mózgu, ale ten wpływ pozostawał pośredni i ściśle oddzielony od osobistej indywidualnej sprawczości w każdej sekundzie naszego życia. Jednostka miała wyraźną granicę zarówno w społeczeństwie, jak i mózgu.

W świetle nowych badań, ludzie wokół nas nie są dłużej częścią „świata zewnętrznego”, ograniczonego do obszarów sensorycznych mózgu. Poprzez podzielane obwody otaczający nas ludzie, ich działania i ich emocje, przesiąkają do wielu obszarów naszego mózgu, które wcześniej były bezpieczną przystanią naszej tożsamości: naszego systemu motorycznego i naszych odczuć. Granica pomiędzy jednostkami staje się przepuszczalna, a świat społeczny i prywatny wzajemnie się mieszają. Emocje i działania są zaraźliwe. Niewidzialne więzy podzielanych obwodów splatają razem nasze umysły, tworząc tkaninę organicznego systemu, który wykracza poza jednostkę.

Od setek lat zdajemy sobie sprawę, że działania i emocje innych mogą wpływać na nasze własne zachowania i emocje. Poblądziliśmy jednak w ocenie, jak bardzo bezpośrednio jesteśmy połączeni. Neuronauka pokazuje nam, że łączymy się nie tylko przez nasze myśli, albo dlatego, że czynimy wysiłek, by „wyobrazić sobie, że przechodzimy te same udręki” co drugi człowiek, tak iż „wchodzimy niejako w jego powłokę cielesną”[67], ale poprzez skłonność naszych mózgów do prostego i spontanicznego wiązania razem działania i emocji, bez potrzeby interwencji świadomego wysiłku. Nasz mózg jest tak ukształtowany, byśmy stali się wysoce społecznymi i empatycznymi zwierzętami.



## 7. Wrażenia

Wybiła już godzina dwudziesta, pojawili się pierwsi goście, a kolacja dalej niegotowa. Po krótkiej rundzie powitań wracamy z Valerią do gotowania. „Dziękuję! Nie trzeba było” – Valeria mówi uprzejmie. „Chris, czy mógłbyś je włożyć do wazonu?” – dodaje wręczając mi bukiet tulipanów i chwytając prawie półmetrowy, ostry jak brzytwa japoński nóż kuchenny po to, by pokroić cebulę. Po tym, jak zapytałem jej, gdzie może znajdować się wazon, zaczęła siekać cebulę, a jej oczy, zamiast skupić się na dłoniach, zaczęły skanować półki salonu. Spojrzałem na nią i ku mojemu przerażeniu zauważyłem, jak ostrze noża, zamiast cebuli, odcina kawałek jej palca. Nie pamiętam, kto pierwszy powiedział „auć!” – ona czy ja. Z rany niemal natychmiast wypłynęła czerwona plama. Ścisnęła swój palec, a ja zrobiłem to samo ze swoim, po czym popędziłem po ręczniki kuchenne, by owinąć ranę.

Większość z nas przeżyła podobne historie, gdy ból cielesny innych sprawiał, że odczuwaliśmy fizyczny dyskomfort. Nasze doświadczenia postrzegania bólu u innych wykraczają poza czyste rozumienie, dosłownie *czujemy* ból, żywy i umiejscowiony, tak jakby to nasz palec został zraniony. Jak dotąd dowiedzieliśmy się, w jaki sposób dzielimy z innymi ludźmi działania i emocjonalne odczucia, ale nie prześledziliśmy jeszcze wrażeń. Widok kogoś dotykanego piórkiem w podeszwę stopy może sprawić, że poczujemy łaskotanie, a widok kogoś chwytającego kaktusa może być bolesny. Wrażenia dotykowe różnią się od emocji tym, że czujemy je w specyficznych częściach naszego ciała. Poczułem ból w palcu, gdy Valeria przecięła swój. Somatosensacje, od greckiego *soma* (ciało) i łacińskiego *sensus* (nasza zdolność percepcji), są percepcjami, które normalnie są wynikiem odczuwania naszego własnego ciała. Czujemy dotyk, gdy ktoś stuknie nas w ramię, ale także ból, gdy się przetniemy, wrażenie ciepła albo zimna, gdy dotkniemy kostki lodu lub grzejnika, wrażenie swędzenia, gdy ugryzie nas komar, wrażenie naszego wewnętrznego ciała, gdy czujemy skurcze żołądka, wrażenie pozycji ciała, gdy się budzimy i wiemy, w jakiej konfiguracji znajdują się nasze kończyny bez konieczności rozglądania się po łóżku. Ale w otwierającym ten rozdział przykładzie tym, co widzimy, jest ciało innej osoby,

nastawione na działanie pewnego bodźca, a mimo to odczuwamy to, co inna osoba czuje, bez konieczności sygnalizacji tego z jej strony. Widok skaleczenia się przez Valerię, a nie jej wyraz twarzy, spowodował, że odczułem ból.

Zapewne podejrzewasz już teraz, że możemy współdzielić wrażenia innych, aktywując części mózgu, które są odpowiedzialne za nasze własne wrażenia. W tym rozdziale przekonamy się, czy to prawda, i rozciągniemy pytanie o podzielenie poza społeczną domenę, by odpowiedzieć na takie pytania, dlaczego słuchanie zgrzytającego odgłosu pocierania metalu o beton jest bolesne, jeśli wiemy, że metalem jest nasz nowiutki samochód, a betonem ściana naszego garażu. Zastanowimy się także nad intrygującym pytaniem, dlaczego tradycyjnie na wojny wysyłamy mężczyzn, a nie kobiety.

### **Oglądanie dotyku to dosłownie dotykanie**

Z oczywistych powodów sprawdzanie, czy istnieje system neuronów lustrzanych dla obserwowania ludzi kaleczących się w palec, jest niepraktyczne – znalezienie ochotników byłoby dość trudne. Zamiast tego wspólnie z moim kolegą Vittorio Gallese w Parmie oraz z Brunonem w Marsylii postanowiliśmy sprawdzić, czy obserwacja, jak ktoś inny jest dotykany, zaangażuje te same obszary mózgu co wtedy, gdy to nasze własne ciało jest dotykane. Znajdujące się w skanerze, który mierzył aktywność ich mózgów, osoby badane miały obserwować filmiki, na których moje nogi były głaskane szczotką, a także podobne filmiki, na których szczotka poruszała się jakieś 25 centymetrów od moich nóg. Następnie pocieraliśmy nogi osób badanych gumową rękawiczką, której zdecydowaliśmy się użyć w miejsce nieprzyjemnej szczeciny szczotki. Dane wskazywały, że gdy osoby badane dotykane były w skanerze, aktywowały cztery obszary mózgu, o których wiadomo, że odpowiadają za nasze poczucie dotyku: po jednym na górze każdej półkuli i po jednym po obu stronach szczeliny Sylwiusza (zwanej również bruzdą boczną), poziomej fałdy w naszym mózgu, która oddziela płat ciemieniowy od kory skroniowej. Górne aktywacje odpowiadają temu, co nazywane jest pierwszorzędową korą somatosensoryczną albo SI (S – od somatosensoryczna, I – rzymska jedynka, szczegóły na mapie mózgu empatycznego na końcu książki). Dotykanie lewej nogi aktywuje prawą SI, a dotykanie prawej – lewą SI. Fakt, że aktywacje występują po przeciwnej stronie

mózgu w porównaniu do nogi, wynika z tego, że nerwy, które biegną od ciała do mózgu, krzyżują się i przechodzą na przeciwną stronę w górnej części szlaku. Podobne skrzyżowanie występuje również w systemie motorycznym, gdy nerwy krzyżują się, przechodząc na przeciwną stronę ciała w drodze z mózgu do mięśni, co wyjaśnia, dlaczego osoby z wylewem w lewej części mózgu tracą kontrolę nad prawą częścią ciała.

Drugi obszar aktywacji, usytuowany wewnątrz bruzdy bocznej obu półkul, odpowiada temu, co nazywane jest drugorzędową korą somatosensoryczną albo SII. W przeciwieństwie do SI, oba skupiska SII reagują na dotyk obu części ciała. Badania anatomiczne na małpach sugerują, że SII otrzymuje informacje głównie od SI i zdaje się integrować informacje pochodzące z SI obu półkul. SII jest wyższym stopniem w hierarchii przetwarzania bodźców dotykowych.

Jaka zatem była różnica w reakcji pomiędzy oglądaniem filmu, na którym szczotka dotykała moich nóg oraz tej wersji, na której szczotka znajdowała się ponad dwadzieścia centymetrów od mojego ciała? Oba filmy zawierały taką samą ilość ruchu i zgodnie z tym odkryliśmy bardzo małe różnice w reakcjach we wzrokowych obszarach mózgu, reprezentujących widok ruchu. Spodziewaliśmy się jednakże, że części mózgu, które bezpośrednio analizują, czy ma miejsce dotyk, czy nie, zareagują silniej na filmy, na których dochodzi do dotyku. Mieliśmy również nadzieję, oczywiście, że obszary mózgu reagujące na nasze własne doświadczenie dotyku również będą aktywne podczas tego procesu. Odkryliśmy, że obszarami wykazującymi *najbardziej* wiarygodną różnicę pomiędzy tymi dwoma typami filmów były *dokładnie* obszary SII, które były także aktywowane, gdy dotykano osoby badane. Badacze zespołu z Parmy musieli się czuć podobnie, gdy po raz pierwszy zaobserwowali neurony lustrzane – ledwie ośmieliliśmy się uwierzyć w nasze rezultaty, ponieważ kora z obszaru SII badana jest od ponad 30 lat i wielu uczonych drobiazgowo opisało, w jaki sposób obszar ten zaangażowany jest w doświadczenie dotyku własnego ciała, a mimo to autorzy żadnego wcześniejszego badania nie zauważyli, że część tego samego obszaru również była aktywowana podczas obserwacji, że ktoś inny zostaje dotknięty. Przekonanie, że obszar ten jest somatosensoryczny sprawił, że ludzie stali się ślepi na jego wzrokowe własności.

Piękno tego odkrycia leży w fakcie, że gdy uznasz, iż postrzegamy działania innych w tych samych obszarach mózgu, których używamy, by programować

nasze własne działanie, oraz że rozumiemy emocje innych ludzi w emocjonalnych obszarach naszego mózgu, możesz wywnioskować, że odzwierciedlanie jest raczej ogólną zasadą mózgu, a nie szczególną własnością pojedynczych jego obszarów. Choć posiadamy wyspecjalizowane obszary mózgu dla obserwacji świata, czyli naszą korę wzrokową, gdy idzie o poczucie, co dzieje się u innych ludzi, nie polegamy na pojedynczej, specyficznej, wyspecjalizowanej części mózgu. Zamiast tego zdajemy się wykorzystywać te same obszary mózgu, których użylibyśmy do doświadczenia tego samego stanu, czy to działania, emocji, czy wrażenia. To, która to część mózgu aktywuje się w obu przypadkach, zmienia się – obszary motoryczne w przypadku działania, obszary emocjonalne w przypadku emocji, obszary somatosensoryczne w przypadku wrażeń, ale zasada pozostaje ta sama.

### **Dlaczego uszkodzenie swojego samochodu boli**

Gdy poczujemy, że nasz samochód został porysowany, czasami krzywimy się, tak jakbyśmy empatyzowali z samochodem. Jeśli zmieniamy biegi, poruszając lewarkiem i słyszymy zgrzyt skrzyni biegów, nasza twarz kurczy się, jakbyśmy poczuli ból skrzyni biegów. Jednakże zazwyczaj empatyzujemy silniej z ludźmi niż z przedmiotami nieożywionymi. Obserwowanie jak nóż odcina kawałek palca jest bolesne, ale obserwowanie jak ten sam nóż odcina piętke chleba jest zupełnie innym uczuciem. Jak dotykowy system lustrzany reagowałby w takich przypadkach? Czy nasza somatosensoryczna kora poczułaby to, czego doświadczają przedmioty?

Valeria postanowiła poszukać odpowiedzi na to pytanie. Nagraliśmy nowe filmiki, na których moje nogi były dotykane szczotką i alternatywne wersje, na których szczotka poruszała się ćwierć metra od moich nóg. Następnie umieściliśmy biurowe segregatory i rolki ręczników papierowych na łóżku do badań, na którym w czasie nagrania leżały moje nogi. Sfilmowaliśmy dokładnie takie same ruchy dotykania, ale tym razem szczotka albo gładziła *przedmioty*, albo znajdowała się ćwierć metra od nich. Pokazaliśmy te filmiki nowym uczestnikom oraz mierzyliśmy aktywność ich mózgów. Okazało się, że widok dotykanych obiektów aktywował SII równie silnie, jak widok filmu, na którym dotykane były moje nogi! Nasze podzielane obwody dotyku wydają się zatem

przekształcać widok dotyku we wrażenie dotyku niezależnie od tego, co jest dotykane.

Jak widzieliśmy w rozdziale czwartym, lustrzany system działania jest równie aktywny, gdy obserwujemy ludzi, jak i roboty. Zatem podzielane obwody dotyku i działania nie rozróżniają pomiędzy ludźmi, robotami i przedmiotami. System lustrzany po prostu tłumaczy to, co widzi, w to, jakby to było wykonać podobną czynność albo zostać dotkniętym w podobny sposób.

Gdy obserwujemy kogoś wykonującego jakąś czynność, aktywność lustrzana w naszej przedmotorycznej oraz ciemieniowej korze nie tylko przypomina tę, gdy *my sami* wykonujemy podobne działanie, ale również przypomina aktywność kory przedmotorycznej osoby, którą obserwujemy. W takim przypadku aktywność przedmotoryczna i ciemieniowa obserwatora wiernie odzwierciedla aktywności u osoby obserwowanej. To samo zachodzi, gdy obserwujemy wrażenia dotykowe innej osoby: somatosensoryczna aktywność obserwatora wiernie odzwierciedla aktywność obserwowanej osoby.

W przypadku, gdy człowiek obserwuje małpę albo małpa obserwuje człowieka, sprawy stają się trochę bardziej skomplikowane. Zarówno ludzie, jak i małpy, mają korę przedmotoryczną oraz somatosensoryczną, a obszary mózgu aktywowane, gdy małpa widzi, jak człowiek coś chwyta, z grubsza przypominają obszary aktywowane u obserwowanego człowieka, jednak precyzyjna organizacja tych regionów mózgu różni się, co prowadzi do niewielkich rozbieżności. Jak widzieliśmy, różnice pojawiają się również, gdy uczestnicy urodzeni bez całych rąk albo dłoni obserwują, jak inne osoby robią coś rękami. Aktywują one reprezentacje *stóp*, które różnią się pod kilkoma względami od reprezentacji *rąk*, używanych przez obserwowanych ludzi. Gdy ludzie obserwują czynności robotów, rozbieżności stają się wyraźne. Przedmotoryczna aktywność u ludzkiego obserwatora nie przypomina elektronicznej aktywności w centralnym procesorze robota i podobnie, aktywność w SII nie przypomina stanu segregatorów, które były dotykane na naszych filmach.

Z powodów historycznych będziemy dalej używać terminu odzwierciedlanie albo symulacja na opisanie tego, co robią podzielane obwody, ale tym, co system lustrzany naprawdę robi, jest nie tyle odzwierciedlanie neuronalnego stanu tego, kogo obserwujemy, ale raczej przetłumaczenie i reinterpretacja tego, co widzimy, na język tego, co zrobilibyśmy lub poczuli w takiej sytuacji. Gdy przetwarzamy

dane pochodzące od ludzi, to tłumaczenie faktycznie działa jak neuronalne lustro o zmiennej prawdomówności, zależnej od podobieństwa pomiędzy obserwatorem i jednostką obserwowaną. Gdy jednak w grę wchodzi przedmioty tak fundamentalnie różne, jak roboty czy rolki papierowych ręczników, to tłumaczenie działa bardziej jak projektor, wyświetlający własne doświadczenia obserwatora na ścianę tego, co on obserwuje. Nasze podzielane obwody z pewnością nie pomagają nam uświadomić sobie, że inny organizm może się od nas różnić. Naturalnie przyjmują one, że doświadczamy wszyscy tej samej rzeczy. Albo, patrząc z komplementarnej perspektywy, aktywność podzielanych obwodów może być tym, co sprawia, że odczuwamy tak, jakby wszystkie rzeczy wokół nas odczuwały tak samo jak my. Podzielane obwody prowadzą nas do intuicyjnej antropomorfizacji, albo nawet *egomorfizacji*, otaczającego nas świata.

Nie wiemy jednak jeszcze, dlaczego inne odczucia wywołuje widok noża krojącego bochenek chleba, a inne widok noża krojącego ludzką rękę. Lustrzany system wrażeń tworzy neuronalny stan w korze somatosensorycznej, który przypomina stan bycia dotykany w podobny sposób. Nasze własne doświadczenie dotyku nie jest jednak określone wyłącznie przez aktywność kory somatosensorycznej. Doświadczanie ciepłej i jedwabistej sierści zwierzęcia głaszczącej naszą nogę aktywuje SII. Jeśli spojrzymy na to, co nas dotknęło, i zobaczymy, że był to nasz domowy kot, to wrażenie będzie przyjemne. Ale gdy przekonamy się, że był to zabłąkany szczur, który właśnie wypełznął z rynsztoka, ta sama somatosensoryczna aktywność będzie odczuwana zupełnie inaczej. Podobna aktywność w somatosensorycznych obszarach może więc prowadzić do bardzo różnych odczuć, w zależności od kontekstu aktywności w innych obszarach mózgu, które mówią nam, co zostało dotknięte lub jest dotykane. Nasz stosunkowy brak empatii wobec przedmiotów, w kontraście do empatii wobec ludzi, nie wydaje się zatem polegać na braku odzwierciedlenia w obszarach somatosensorycznych, ale na czynnej ponownej analizie tego odzwierciedlenia, w której najprawdopodobniej kluczową rolę odgrywają obszary przedczołowe mózgu.

Podzielane obwody prawdopodobnie są kluczową częścią odczuwania, co dzieje się z innymi ludźmi i przedmiotami, niezależnie od tego, czy są ożywione, czy nie, ale rezultat tej symulacji integrowany jest z naszą wiedzą o świecie i jest interpretowany różnie, w zależności od tej wiedzy. Niemowlęta czasami bardzo

się smuć, gdy widzą, że jakiś przedmiot zostaje zniszczony, co może odzwierciedlać fakt, że ich podzielane obwody już reagują na widok dotyku, ale ich poznawcze interpretacje nie przeinterpretowały jeszcze tego podzielanego wrażenia jako nieszkodliwego.

Z początku może się wydawać dziwaczne, że mózg jest tak głęboko antropocentryczny. Przypisywanie ludzkich stanów innym organizmom mogłoby być poważnym błędem. Ale prawdopodobnie nie jest. Mózg wyewoluował, żeby zapewniać organizmowi największe dostosowanie. Podczas polowania na królika myśliwy będzie aktywował swoje podzielane obwody i zacznie ścigać królika, jak gdyby zwierzę miało taki sam mózg jak myśliwy, mimo że oczywiście mózg królika różni się na wiele sposobów od mózgu człowieka. Niemniej jednak podzielane obwody myśliwego doprowadzą go do poprawnego przewidywania, że królik ucieknie od niego, pozwalając mu na strategiczne zagonienie królika do pułapki. Zdobycie królika jest tym, co pozwala na przetrwanie. Filozoficzny namysł, że w istocie życie psychiczne królika może być znacząco różne od naszego, jest interesujący, ale nie pomoże nam upolować niczego na obiad.

W oparciu o te pragmatyczne wymagania, jeśli przyjęcie założenia, że królik posiada emocje, które przypominają twoje, sprawi, że złapiesz go szybciej, powinieneś je przyjąć, niezależnie od tego, czy to założenie jest poprawne, czy nie. Podobnie, jeśli przyjęcie, że twój samochód coś czuje gdy jest dotykany, chroni cię przed doprowadzeniem do kolizji, powinieneś takie założenie przyjmować. Nasze własne działania i wrażenia są jedynymi, które naprawdę znamy. Wykorzystanie ich do odzwierciedlania wszystkich rzeczy nie jest więc arogancją, ale jest pokornym egocentrycznym ratunkiem dla kogoś, kto nie zna żadnych innych działań ani wrażeń poza własnymi. Nasz bardziej intelektualny umysł może następnie interpretować rezultat tego egocentrycznego odzwierciedlania bardziej rozsądnie.

Można spekulować, że nasze podzielanie wrażeń z przedmiotami może być połączone z tym, jak ważne są te przedmioty w naszym życiu i dla wielu zwierząt. Skacząc z drzewa na drzewo, naczelne muszą rozumieć, kiedy gałąź tylko bezpiecznie się wygnie, a kiedy się złamie. Naczelne mogły rozwinąć empiryczne reguły wywiedzione z przypominania sobie, które gałęzie uprzednio wytrzymały ich wagę, a które się złamały, ale nauka taka zostałaby przyswojona kosztem złamanych zeber albo straconego życia. Alternatywnie, naczelne mogły wywieść

intuicyjne odczucie punktu skręcenia i pęknięcia rozszerzając doświadczenia własnego ciała na nieożywione obiekty, takie jak gałęzie. Kiedykolwiek zginamy nasze palce, zdobywamy głęboko introspektywną wiedzę o bezbolesnym napięciu, napięciu bolesnym i, czasami, zerwaniu. Te odczucia w pełni mapują się na intuicyjne pojęcia, takie, jak bardzo gałąź może się wygiąć, zanim się złamie. W bardziej współczesnych czasach taka sama empatia może powstrzymać nas od uszkodzenia wielu wartościowych urządzeń, wliczając w to nasze cenne samochody. Trudno wyobrazić sobie nowoczesną kulturę bez intuicyjnego poczucia, że „rzeczy” nie powinny być niszczone. Podzielane obwody, które empatyzują z przedmiotami, mogły być ewolucyjnymi cegiełkami, jakie umożliwiły tę zdolność.

Można nawet rozważyć pójście o krok dalej, czyli zbadanie związku pomiędzy naszym poczuciem własności a empatią. Czy empatyzujemy i aktywujemy naszą korę somatosensoryczną silniej, jeśli widzimy, że nasz własny samochód został porysowany, niż wtedy, gdy widzimy, jak to samo dzieje się z cudzym samochodem? Fakt, że ani robot w naszym eksperymencie dotyczącym działania, ani przedmioty w naszym badaniu nad wrażeniami nie należały do uczestników, sugeruje, że pewne dzielenie zachodzi nawet przy braku poczucia własności. Poczucie własności może jednak zwiększać to dzielenie, i odwrotnie, nasze poczucie przywiązania do przedmiotu może być związane z tym, jak silnie dzielimy wrażenia z tym przedmiotem. Ale musimy jeszcze eksperymentalnie zweryfikować te hipotezy.

### **W jaki sposób twój ból staje się moim bólem**

Podczas gdy my zajmowaliśmy się badaniem dotykowego systemu lustrzanego, niemiecka psycholożka Tania Singer zaczęła w Londynie bezpośrednio badać zjawisko, które sprawiło, że wzdrygnąłem się z bólu, gdy zobaczyłem, że Valeria przecięła swój palec.

Tania powiedziała mi później, na basenie gospodarstwa agroturystycznego, które wszyscy wspólnie wynajęliśmy po konferencji w Toskanii, że po prostu opublikowała ogłoszenie o treści: „Poszukiwane są pary do udziału w eksperymencie z funkcjonalnym obrazowaniem magnetycznym dotyczącym empatii”. Zaprosiła zainteresowane pary, które umówiły się na wstępne spotkanie,



podczas którego wyjaśniała przebieg badania. Kobieta miała leżeć w skanerze fMRI, a jej partner miał siedzieć obok niej. Zarówno mężczyzna, jak i kobieta mieli mieć przyłączone niewielkie elektrody do rąk, przez które czasami aplikowany był prąd, wywołując łagodny ból. Podczas wstępnego spotkania Tania przymocowywała elektrody do ich rąk, by dać im obraz tego, jakie to będzie uczucie. Porażenie było bolesne, ale do zniesienia, jak uszczyplenie. Podczas eksperymentu leżąca w skanerze kobieta miała obserwować ekran, na którym pojawiać się będą małe strzałki. Jeśli strzałka skierowana była na nią, to po chwili zostanie ona podrażniona prądem: boleśnie, gdy strzałka była ciemnego koloru, lub bezboleśnie – gdy strzałka była jasna. Jeśli strzałka skierowana była na rękę jej partnera, to on zostanie boleśnie lub bezboleśnie podrażniony prądem, ale nie będzie żadnych innych oznak jego bólu. Gdy skanowanie się rozpoczęło, uczestnicy nie mogli się w żaden sposób komunikować, ani werbalnie, ani pozawerbalnie. Tylko kolor strzałek miał sygnalizować uczestniczkom, kiedy ich partner odczuwał ból.

Tania i jej współpracownicy odkryli, że wiedza, iż partner odczuwa ból, wywoływała aktywacje w przedniej części kory wyspy oraz przedniej części kory zakrętu obręczy (*anterior cingulate cortex – ACC*), które przypominały aktywacje następujące, gdy sama uczestniczka doświadczała bólu[58]. Po raz kolejny okazało się, że to, co dzieje się innym osobom, jest bezpośrednio mapowane na obszary, które wiążą się z naszym własnym doświadczeniem. Co ciekawe, aktywność w korze wyspy wystąpiła niezmiernie blisko obszaru, w którym my odnaleźliśmy aktywacje podczas doświadczenia i obserwowania wstrętu, co sugeruje, że wyspa może rzeczywiście reprezentować całe bogactwo cielesnych odczuć, począwszy od związanych z jedzeniem wstrętu i przyjemności, aż po cielesny ból[51, 58, 59].

Tania jako pierwsza dała również swoim badanym skalę Daviesa do zmierzenia międzyosobniczych różnic w empatii (Aneks) i odkryła, że uczestnicy z najwyższymi punktami na podskali „Empatycznej troski” również silniej aktywowali swoje własne obszary bólu. Podskala ta zawiera takie zdania, jak: „Określiłbym/abym siebie jako osobę o raczej miękkim sercu” albo „Często zdarza mi się odczuwać czułość lub troskę w stosunku do ludzi, którym powiodło się gorzej ode mnie”.

## **Czy wiedzieć jest równie dobrze jak widzieć?**

Z różnych powodów badacze wywodzący się z odrębnych dyscyplin starali się odkryć neuronalne podłoże empatii. Wszyscy niezależnie doszliśmy do podobnych wniosków – takich, że struktury zaangażowane do wykonywania działania i do doświadczania dotyku, wstrętu oraz bólu, zostają aktywowane podczas oglądania albo przy świadomości tego, że inne osoby wykonują podobne działania albo doświadczają podobnych zdarzeń.

Kluczowa różnica pomiędzy tymi badaniami dotyczyła sposobu, w jaki uczestnicy postrzegali emocje innych osób. W naszym badaniu dotyczącym dotyku oraz emocji, uczestnicy mogli wyraźnie widzieć, co dzieje się z drugą osobą. Obserwowali nogi dotykane palcami albo twarze wykrzywiane w obrzydzeniu po skosztowaniu zawartości kieliszka. W badaniu przeprowadzonym przez Tanię, uczestniczki obserwowały jedynie niewielkie kolorowe strzałki wskazujące w kierunku rąk, oznaczające, że partner doświadcza bólu. Podczas gdy większość naszych badań w laboratorium symulowała w ten sposób, co się dzieje, gdy bezpośrednio doświadczasz tego, co przydarza się innym osobom, badanie Tani oraz jeden z eksperymentów Mbemby – ten z wykorzystaniem wzbudzających wstręt historyjek[64] – symulowały sytuacje, kiedy *wiedziałeś*, czego doświadcza inna osoba, bez możliwości bezpośredniego zobaczenia danego zdarzenia, tak jak wtedy, gdy czytasz w mailu, że twój partner skaleczył się w palec. Fakt, iż we wszystkich przypadkach neuronalne reprezentacje twojego własnego doświadczenia stają się aktywne, potwierdza, że istnieje więcej niż jeden sposób aktywacji podzielanych obwodów. Bezpośrednie doświadczanie tego, co dzieje się innym osobom, może być najstarszą i najbardziej naturalną formą wkładu w ten system społeczny, ale nawet sama wiedza, co dzieje się innej osobie, może być wystarczająca do aktywacji podobnych systemów. Wiedza może być wywiedziona z abstrakcyjnych symboli albo wyjaśniona w werbalnej instrukcji. Nasze empatyczne dzielenie jest niezwykle elastyczne.

### **Dlaczego uczucie bycia dotkniętym różni się od obserwacji dotyku**

Fakt, że fizycznie źle czujemy się od samej obserwacji, że nasz partner skaleczył się w palec, jest uderzającym przykładem na to, jak silna może być empatia.

Jednakże nigdy nie myli nam się, kto tak naprawdę został dotknięty czy zraniony. Jak widzieliśmy, obserwacja dotyku i doświadczanie podobnego dotyku dzielają tylko ograniczony obszar SII. Większość kory SII zdaje się być zarezerwowana dla naszych własnych wrażeń. W dodatku obszar SI był silniej aktywowany w naszym eksperymencie podczas doświadczania dotyku, ale tylko bardzo słabo podczas obserwacji dotyku. Te różnice mogą wyjaśniać, dlaczego obserwacja i doświadczanie dotyku to odczucia tak różne od siebie. Obserwacja aktywuje tylko podzbiór neuronów zaangażowanych w nasze własne doświadczenie.

Sarah-Jayne Blakemore była zaintrygowana istnieniem podzielanego obwodu dotyku i dowiedziałem się, że omawiała ona implikacje systemu lustrzanego dotyku podczas kameralnego spotkania w Londynie. „Gdy widzimy, jak ktoś zostaje dotknięty, intuicyjnie rozumiemy, że inna osoba doświadcza dotyku. Okazuje się, że nasz somatosensoryczny system aktywuje się potem ‘jak gdyby’ to nasze ciało zostało dotknięte” – wyjaśniła. Inna badaczka wydawała się zaskoczona. „Co masz na myśli mówiąc ‘jak gdyby’ albo ‘rozumiemy’? Ja naprawdę odczuwam dotyk na mojej własnej skórze!” Sarah-Jayne nie bardzo wiedziała, co zrobić z takim oświadczeniem, ale po spotkaniu przekonała się, że było coś unikalnego w pośrednim doświadczeniu dotyku doświadczanym przez tamtą kobietę.

By zachować jej anonimowość, Sarah-Jayne zwracała się do niej jako „C”, ale nazywajmy ją Deanna. Deanna doświadcza dotyku w bezpośredni, namacalny sposób, gdy widzi, że inne osoby są dotykane, zwłaszcza w twarz. U nas wszystkich obserwacja dotyku aktywuje symulacje dotyku, która jest słabsza niż w przypadku prawdziwego doświadczenia. Wygląda to tak, jakby u Deanny ta symulacja mogła być tak silna, że wydaje się ona błędnie prawdziwa. Sarah-Jayne sprawdziła tę hipotezę z użyciem fMRI. Podczas mierzenia aktywności jej mózgu, dotykała Deannę w różnych miejscach ciała, a także pokazywała jej filmy, na których inne osoby były dotykane. Następnie wykonała ten sam eksperyment z 12 ochotnikami, którzy, jak większość z nas, nie zgłosili doświadczania prawdziwych dotykowych wrażeń podczas oglądania dotyku. Następnie porównała amplitudę aktywacji w somatosensorycznych obszarach Deanny z amplitudą aktywacji u osób z grupy kontrolnej. Deanna wykazała znacznie silniejsze aktywacje podczas obserwacji dotyku zarówno w SI, jak i SII, co sprawiło, że obserwacje, że ktoś inny zostaje dotknięty, odczuwała ona równie namacalnie, jak własne

doświadczenie dotyku. Normalna dysocjacja pomiędzy rzeczywistością i jej symulacją zniknęła. Ponieważ aktywność w obu jej obszarach somatosensorycznych – SI i SII – była silniejsza niż u osób z grupy kontrolnej, trudno powiedzieć, który z nich był kluczowy dla różnic w percepcji. Może być również tak, że bardziej rozległe i silniejsze aktywacje w obu regionach mogą być konieczne, by obserwowany dotyk odczuwany był jak prawdziwy.

Najważniejszą konkluzją badania Sarah-Jayne jest to, że jeśli symulacja jest niezmiernie silna, normalne różnice pomiędzy obserwacją, co dzieje się u innych, a naszym własnym doświadczeniem mogą być rozmyte. U większości z nas ewolucja zachowała hamulec dla tych systemów lustrzanych. Zmienność pomiędzy uczestnikami badań mieści się w zakresie wskazującym, że doświadczają oni wyraźnych różnic pomiędzy obserwacją i samodzielnym przeżywaniem. Co ciekawe, uczestnicy, którzy, podobnie jak Deanna, doświadczają dotyku, gdy ktoś inny został dotknięty, okazują się być bardziej empatyczni zgodnie z testem Daviesa, niż osoby, którzy nie doświadczają wtedy dotyku[68], co wzmacnia pogląd, że aktywowanie własnych reprezentacji dotyku podczas oglądania innych osób dotykanych może w istocie być bramą do empatii. Wyrachowani mordercy mogą być z kolei na przeciwnym skraju tego kontinuum.

### **Mężczyźni rezerwują empatię dla osób sprawiedliwych, kobiety nie**

Jak dotąd wykazaliśmy, że podzielane obwody spontanicznie aktywują się, gdy doświadczamy tego, czego doświadczają inni ludzie, niezależnie od tego, czy znamy te osoby, jak w badaniu Tani, czy nie – jak w naszych badaniach. Tania zastanawiała się jednak, co by się stało, gdybyś spotkał kogoś, odkrył, że jest on podłym człowiekiem, a następnie ujrzał, jak zwija się z bólu? Jak byś reagował, gdyby zachował się wobec ciebie nieuczciwie?

Gdy wciąż pływaliśmy w basenie w Toskanii, Tania powiedziała mi, że w jej kolejnym eksperymencie uczestnicy przychodzili na sesje skanowania pojedynczo. Tam spotykali dwóch aktorów, co do których uwierzyli, że również uczestniczą w badaniu, tak jak oni. Przed rozpoczęciem skanowania uczestnicy i dwójka aktorów grała w grę nazywaną sekwencyjnie iterowanym dylematem więźnia<sup>[7]</sup>, zapożyczoną z eksperymentalnej ekonomii, gdzie jest ona używana do badania kooperacji. Reguły tej gry są złożone, ale sama idea dość prosta. Gracz może

powierzyć pieniądze innemu graczowi, a ten drugi gracz może albo zachować się uczciwie i oddać część z tych pieniędzy pierwszemu graczowi, albo nieuczciwie – i zatrzymać wszystkie dla siebie. Z punktu widzenia eksperymentu Tani istotne jest to, że gracze na ogół reagują dość emocjonalnie. Jeśli drugi gracz wielokrotnie zwrócił ci sporo pieniędzy, polubisz go, a jeśli wielokrotnie zatrzymał wszystkie pieniądze, które mu powierzyłeś, nie będziesz go lubił.

Połowę uczestników eksperymentu Tani stanowiły kobiety, drugą połowę mężczyźni. Dla połowy uczestniczek aktorami była dwójka mężczyzn, dla drugiej połowy – dwie kobiety. To samo dotyczyło się badanych mężczyzn. Uczestnicy badania sądzili, że biorą udział w dwóch niezwiązanych eksperymentach. W pierwszym osoby badane rozgrywały serię sesji dylematu więźnia z dwoma aktorami. Jeden z dwóch aktorów, „Dobry Człowiek”, stale oddawał duże kwoty osobie badanej, zgodnie z wcześniej ustalonym scenariuszem. Drugi aktor, „Zły Człowiek”, zachowywał się nieuczciwie, oddając małe kwoty (albo zupełnie nic) osobie badanej. Po zakończeniu rozgrywki uczestnicy rzeczywiście byli pobudzeni emocjonalnie i oceniali Dobrego Człowieka jako miłego i atrakcyjnego, zaś Złego Człowieka jako nieprzyjemnego, a nawet nieatrakcyjnego.

Po zakończeniu gry Tania mówiła uczestnikom, że nadszedł czas na zupełnie nowy eksperyment, tym razem z użyciem skanera fMRI[69]. Umieściła niewielkie elektrody na ręce osoby badanej, a także na rękach Dobrego Człowieka i Złego Człowieka, podobnie jak robiła to z parami w poprzednim eksperymencie. Uczestnicy wjeżdżali do skanera i, tak jak poprzednim razem, małe strzałki na ekranie informowały ich, kto z całej trójki – sam uczestnik, Dobry Człowiek czy Zły Człowiek – zostanie potraktowany bolesną lub bezbolesną dawką prądu w kolejnej próbie.

Tania wykorzystała następnie te próby, w których sami uczestnicy byli rażeni prądem, by zlokalizować ich tzw. „macierz bólu”, obszary uwikłane w doświadczanie bólu. W ramach tych obszarów mogła następnie zmierzyć różnice pomiędzy obserwowaniem bólu Dobrego Człowieka oraz Złego Człowieka. U szesnastu kobiet przednia część kory zakrętu obręczy (ACC) oraz kora wyspy reagowały silnie zarówno podczas doświadczania bólu, jak i w tych seriach, w których aktorzy rażeni byli prądem. Dodatkowo, dosłownie nie było żadnej różnicy pomiędzy seriami, w których rażony był Dobry Człowiek, a tymi, w których ból aplikowano Złemu Człowiekowi. Sytuacja wyglądała zupełnie

inaczej w drugiej grupie badanej – u mężczyzn. Aktywowali oni swoje obszary bólu, gdy wiedzieli, że Dobry Człowiek był rażony prądem. Różnice w tych aktywacjach pomiędzy sytuacją, gdy rażony prądem był Dobry Człowiek, a próbami, w których rażony był sam uczestnik, były porównywalne do różnic występujących w grupie kobiet. Ale gdy mężczyźni wiedzieli, że Zły Człowiek odczuwa ból, ich regiony bólu nie były aktywne. W przeciwieństwie do kobiet, mężczyźni zdawali się być niewrażliwi na los nieuczciwych ludzi. Co więcej, mężczyźni nawet aktywowali obszary mózgu, które są związane z przetwarzaniem nagrody – dosłownie zdawali się odczuwać przyjemność z faktu, że Złego Człowieka spotkała kara!

Tym co sprawia, że to badanie jest niezwykle ważne, jest to, że zwraca ono naszą uwagę na dwa istotne aspekty empatii. Po pierwsze, pokazuje, że aktywacje w podzielanych obwodach mogą być wywoływane spontanicznie, ale mogą być one modulowane przez to, co ludzie do siebie czują. Po drugie, pokazuje ono, że mężczyźni i kobiety różnią się pod kątem czynników, które mogą wpływać na aktywacje ich podzielanych obwodów.

### **Rozpoczęcie wojny wymaga obniżenia empatii**

Takie różnice w zdolności albo tendencji do modulowania empatii mogą być szczególnie istotne w przypadku konfliktów takich jak wojny. Większość państw wysyła na wojnę głównie mężczyzn, nie kobiety. Podwójna strategia stosowana przez przeciętnego mężczyznę – empatyzowania z przyjaciółmi, ale nie z wrogami – bardzo dobrze służy mężczyznom na wojnie. Zdolność do niepodzielania bólu wroga sprawia, że żołnierski obowiązek zabijania wroga staje się łatwiejszy do zniesienia, zaś odczuwanie empatii wobec swoich spaja armię. Ofiary po stronie wroga staną się do zaakceptowania, zaś te wśród „naszych” będą bolesne i powiększą pragnienie odwetu.

W przypadku kobiet sytuacja wyglądałaby inaczej. Ból nawet po stronie wrogiej wywołałby podzielane odczucie bólu, a nie przyjemność. Oczywiście, nie oznacza to, że kobiety-żołnierki są niezdolne do krzywdzenia przeciwników, ale że prawdopodobnie kosztowałoby je to więcej niż mężczyzn. Ich podzielanie bólu z wrogami mogłoby również sprawić, że trudniej byłoby im zaakceptować czarno-biały obraz „my kontra oni”, który jest tak naturalny na wojnie. Wszystkie te

konkluzje daleko wykraczają poza laboratoryjny eksperyment Tani, ale bardziej bezpośrednio zbadanie empatii u żołnierzy może dostarczyć istotnego wglądu w płciowe różnice w psychologicznych mechanizmach ochronnych, które żołnierze muszą stosować, by wypełniać swój niełatwy obowiązek.

### **Mózg społeczny mężczyzn i kobiet może się różnić**

Wielu z nas dorastało w kulturze, w której różnice pomiędzy mężczyznami i kobietami nie są „politycznie poprawne”, a centralnym dogmatem jest stwierdzenie: „Wszyscy jesteśmy ludźmi i różnice nie powinny istnieć”. W latach 80. amerykańska feministka i etyczka Carol Gilligan z Uniwersytetu w Nowym Jorku dopuściła możliwość, że płcie mogą się fundamentalnie różnić u podstaw stosowanych etyk. Badała ona sposób, w jaki kobiety i mężczyźni podejmują decyzje moralne. Klasycznym przykładem jest dylemat Heinza i Farmaceuty. Żona pana Heinza jest umierająca, a jedyny lek, który ocali jej życie, jest bardzo drogi. Farmaceuta nie chce obniżyć ceny, którą pan Heinz byłby w stanie zapłacić i uratować żonę. Co pan Heinz powinien zrobić? I co ważniejsze – dlaczego? Gdy tego rodzaju dylematy przedstawiano mężczyznom na całym świecie, uzasadniali oni swoje decyzje (czy to kradzież leku, czy powstrzymanie się od kradzieży) w kategoriach abstrakcyjnych, porównując wartość uratowanego życia do wartości poszanowania własności. Kobiety częściej myślały w kategoriach tego, jak decyzja wpłynie na osobiste i emocjonalne więzi między ludźmi. Wygląda to tak, jakby obie płci słuchały nieco innego wewnętrznego głosu[70]. W przypadku kobiet decyzje były motywowane przez ich troskę o innych ludzi, podczas gdy dla mężczyzn siłą napędową było bardziej abstrakcyjne poczucie sprawiedliwości. Ten pogląd pozostaje kontrowersyjny, ponieważ wiele feministek boi się, że poglądy Gilligan ożywią stereotyp dobrej, opiekuńczej matki, skontrastowanej ze sprawiedliwym i rozważnym ojcem. Jednakże odkrycie Tani, iż sprawiedliwość wpływa na podzielane obwody u mężczyzn, ale nie u kobiet, sprawia, że poglądy Gilligan wydają się niezmiernie nowoczesne. Może również dostarczyć neuronalnych podstaw dla tych różnic co do „wewnętrznego głosu”. Eksperyment Tani oraz coraz liczniejsze badania wielu naukowców wskazują, że mózgi kobiet i mężczyzn faktycznie się różnią. Pytanie brzmi: dlaczego?

Trudno nam domyślać się, w jakich społecznych realiach żyli nasi przodkowie, ale współczesne łowiecko-zbierackie kultury są często brane jako najlepszy model tego, jak wyglądało życie w czasie, gdy wyewoluowaliśmy. W takich kulturach istnieją oczywiste różnice w rolach pomiędzy płciami, a mężczyźni mają styczność z sytuacjami, w których empatia nie jest tak bardzo korzystna. Podczas samotnego polowania oraz działań wojennych wobec sąsiedniego plemienia empatia może być przeszkodą, ale podczas polowania w grupie i społecznych aktywności w ramach własnego plemienia, empatia jest ważna. Dla mężczyzn najlepsza strategia jest dualna, w której empatia *może* istnieć, ale *nie musi*. Tymczasem w takich kulturach kobiety nie angażują się zwykle w działania związane z przemocą, takie jak wojna czy polowania, ale opiekują się dziećmi, starszymi oraz dostarczają żywności dla rodziny, zbierając orzechy, owoce i warzywa. Nie muszą zatem tak bardzo obniżać swojej empatii. Po milionach lat ewolucji w takich warunkach, różnice płciowe mogą stać się głęboko wryte w genetycznym oprzyrządowaniu naszych mózgów. Ale trzeba zauważyć, że te różnice płciowe nie dotyczą po prostu poziomu empatii, tylko że pomimo niewielkich różnic w średniej empatii[14], większość mężczyzn jest równie empatycznych, jak większość kobiet. Prawdziwe różnice dotyczą sytuacyjnych czynników, które modulują empatię. Dopiero zaczynamy badać empatię w męskich i kobiecych mózgach i wiele pozostaje jeszcze do odkrycia, ale to, że zmienność pod kątem empatii występuje, jest jasne.

Z takich różnic nie wynika, że mężczyźni i kobiety powinni szukać innych zawodów. W podejmowaniu decyzji zdolności intelektualne uzupełniają empatyczne mechanizmy, o których mówiliśmy. Na przykład, choć mężczyzna może nie podzielać bólu nieuczciwego rywala równie silnie jak kobieta, może on mimo wszystko zdecydować się, by nie zadawać bólu ze względu na intelektualne przekonanie, że krzywdzenie innych jest nieakceptowalne. Podobnie kobieta może podzielać ból nieuczciwej osoby, ale mimo wszystko ukarać ją, ponieważ jest to nieposłuszne dziecko, któremu przyda się trochę karności, albo przestępca, którego należy skazać.

Choć neuronalne różnice nie mogą nam powiedzieć, co kto powinien robić, mogą dać nam wgląd w wewnętrzne życie obu płci, co może być skutecznie wykorzystane, by poprawić zawodowe kształcenie. Ignorowanie różnic psychologicznych pomiędzy płciami podczas zawodowej edukacji jest równie



absurdalne, jak ignorowanie anatomicznych dysproporcji w przemyśle modowym. Zarówno mężczyźni, jak i kobiety mogą wyglądać świetnie w jeansach, ale szycie ich ze świadomością pewnych anatomicznych dysproporcji z pewnością sprawia, że noszenie ich jest znacznie bardziej wygodne.

## Czuję twój ruch

W 2008 roku, gdy ponownie przeglądaliśmy dane zebrane w 2006 roku, Valeria zwróciła moją uwagę na interesujące odkrycie. Nasze osoby badane, w tym Joyce, manipulowały przedmiotami w skanerze i oglądały innych robiących to samo. Jak dotąd skupiliśmy nasze zainteresowanie na fakcie, że obszary kory przedmotorycznej oraz ciemieniowej zaangażowane w *programowanie* własnego działania osoby badanej również aktywowały się podczas obserwacji cudzego działania. Zignorowaliśmy natomiast to, że aktywność w korze ciemieniowej podczas obserwowania cudzych czynności rozszerzała się ku najbardziej tylnym obszarom pierwszorzędowej kory somatosensorycznej (SI)[71]. Obszar ten nie jest zaangażowany w programowanie działania osoby obserwującej, ale w *odczuwanie*, że ciało osoby badanej porusza się i dotyka przedmiotów. Systematycznie przeglądając pozostałe opublikowane do tej pory badania fMRI, w których te same osoby wykonywały różne czynności i obserwowały cudze zachowanie, odkryliśmy, że wszystkie publikacje donoszą o aktywności w obu przypadkach w tej samej części kory somatosensorycznej – ale co zaskakujące, nikt nie skomentował tego aspektu swojego badania. Fakt, iż ten sam somatosensoryczny region mózgu był aktywny, podczas gdy osoba badana oglądała działania dłoni, jak i sama je wykonywała, sugeruje, że podczas oglądania cudzego zachowania mózg osoby badanej nie tylko aktywował motoryczne obszary jak gdyby programując podobne działanie, ale również somatosensoryczne obszary, jak gdyby odczuwając poruszanie własnym ciałem i dotykanie przedmiotów w sposób zgodny z obserwowanym. Motoryczna i somatosensoryczna symulacja nie są oddzielnymi procesami, ale zdają się iść ramię w ramię podczas obserwacji działania. Prawdopodobne jednakże, że te dwie formy symulacji mogą dać nam różne, ale komplementarne intuicje odnośnie do cudzego działania. Motoryczne symulacje idealnie nadają się do tego, byśmy mogli poczuć intencje innych osób i mogli zgadnąć, co zrobią oni w następnej kolejności, ponieważ intencje i programowanie przyszłości jest tym, o co chodzi

w naszym systemie ruchowym. Somatosensoryczne symulacje z drugiej strony dawałyby nam wgląd w to, jakie to uczucie zachować się w dany sposób: czy ten przedmiot byłby zbyt ciężki, by go przenieść? Nadwyrężyłby nasze ciało, czy zrobienie tego byłoby przyjemne?[72]

## **Podsumowanie**

Gdy neurony lustrzane zostały odkryte, większość ludzi pozostawała sceptyczna. Neurony, które reagują zarówno gdy osoba wykonuje jakieś działanie, jak i obserwuje podobne działanie wykonywane przez kogoś innego, nie pasowały do wizji mózgu, w której obserwowanie świata wykonywane było przez zespół obszarów mózgu całkowicie różnych od tych, które programowały własne czynności organizmu. Z biegiem lat nagromadziło się wiele dowodów na system lustrzany działania i nasza wizja mózgu zaczęła się odpowiednio zmieniać na taką, w której występują bardziej zintegrowane systemy przetwarzające działania innych ludzi z użyciem tych samych obszarów, które są aktywowane podczas programowania naszych własnych czynności.

Z początku ta nowa wizja mózgu była ograniczona do systemu motorycznego, ale w ciągu kilku ostatnich lat udało się ją rozszerzyć. Najpierw okazało się, że emocje innych osób są przetwarzane z użyciem podzielanych obwodów i symulowane przez aktywacje podobnych twarzowych motorycznych programów oraz wewnętrznych odczuć. Następnie okazało się, że nawet dotykowe wrażenia innych osób zdają się być przetwarzane z użyciem podzielanych obwodów, zarówno wtedy, gdy ludzie są po prostu dotykani, jak i wtedy, gdy widzimy, jak ruszają własnym ciałem. W obliczu faktu, że jedna zasada może wyjaśniać tak wiele różnych domen poznania społecznego, nie ma wątpliwości, że odkryliśmy naprawdę fundamentalną zasadę architektury mózgu [52,53].

## 8. Nauka dzielenia się

**P**odzielane obwody zdają się być wszechobecne: aktywujemy nasze własne działania, wrażenia i emocje wtedy, gdy jesteśmy świadkami działania, wrażeń i emocji innych osób. Domaga się to postawienia prostego, ale kluczowego pytania o to, w jaki sposób powstają neurony lustrzane. Musimy zapytać, jak pojedynczy neuron może w ogóle reagować na trzy rzeczy, które fizycznie mają z sobą bardzo niewiele wspólnego: skurcze naszych mięśni, gdy wykonujemy działanie, fotony trafiające do naszych oczu, gdy widzimy podobne działanie i ciśnienie fali akustycznej, gdy słuchamy tego działania.

To, czy prezentowana tutaj neuronaukowa teoria poznania społecznego oparta na podzielanych obwodach jest przekonująca, zależy od naszej zdolności do sformułowania prawdopodobnego wyjaśnienia, w jaki sposób takie podzielane obwody mogą powstawać. W tym rozdziale zanurzymy się w mikrokosmos połączeń synaptycznych i sformułujemy uzasadnienie naszej koncepcji w oparciu o to, co nazywa się „zasadą uczenia się Hebba”. Choć rozdział ten, w porównaniu z poprzednimi, zawiera znacznie więcej szczegółów dotyczących tego, w jaki sposób mózg naprawdę działa, proszę o chwilę cierpliwości. Pod jego koniec poczujecie, że podzielane obwody nie są czymś magicznym, ale w istocie niemal nieuniknioną konsekwencją naszej biologii.

### **Hebb: w jaki sposób mózg uczy się kojarzyć**

Donald Hebb (1904–85) był kanadyjskim psychologiem i neuronaukowcem. Przez jakiś czas pracował wspólnie z neurochirurgiem Wilderem Penfieldem w Montrealu. Jak dowiedzieliśmy wcześniej, Wilder Penfield leczył pacjentów z epilepsją, usuwając części mózgu, które zdawały się być źródłem napadu padaczkowego. Penfield zatrudnił Hebba właśnie do badania umysłu pacjentów po takiej operacji. Zastanawiał się, czy dane funkcje zostały zaburzone przez konkretną interwencję chirurgiczną.

Hebb spostrzegł, że gdy Penfield usuwał rozległe fragmenty tkanki mózgowej u małych dzieci, odzyskiwały one pełną sprawność zadziwiająco dobrze,

rozwijając mieszczące się w normie zdolności psychiczne. Usuwanie podobnych ilości tkanki z dorosłego mózgu miało katastrofalne skutki – odkrycie to bardzo go zastanawiało. Kontynuował on badania źródła tych dramatycznych różnic w konsekwencjach usuwania tego samego obszaru mózgu w różnym wieku i zaczął podejrzewać, że nasze intelektualne zdolności nie są nieodwołalnie połączone z konkretną częścią mózgu. Przeciwnie, prawdopodobnie jest tak, że doświadczenia dzieciństwa kształtują poszczególne obszary mózgu, tak że wiążą się one z konkretnymi funkcjami. Jeśli tkanka mózgowa zostanie usunięta zanim takie uczenie się zajdzie, może ono wystąpić w innym obszarze mózgu. Jeśli tkanka zostanie usunięta po etapie uczenia się, intelektualne zdolności zostają upośledzone. W pewnym sensie mózg przypomina zespół sportowy. Grupa dzieci pozbawionych specyficznych umiejętności zapisuje się do klubu. Następnie trener przygotowuje każde dziecko do konkretnej roli: atakowania, bronięcia i tak dalej. Jeśli jakiś zawodnik wypadnie z drużyny na wczesnym etapie treningu, zespół rozwinie się bez szczególnych braków w ataku albo obronie. Jednakże jeśli ten sam zawodnik zostanie usunięty na znacznie późniejszym etapie, konkretna rola, której wykonywanie trenował, będzie narażona. Wraz z upływem czasu Hebb zrozumiał, że kluczowym pytaniem jest to, w jaki sposób doświadczenie determinuje funkcje konkretnego obszaru mózgu. By znaleźć odpowiedź, potrzebował dowiedzieć się, co dokładnie dzieje się w mózgu podczas uczenia się.

W tamtym czasie wiele istotnych funkcji mózgu zostało zidentyfikowanych w zalewie odkryć naukowych. Hiszpański neurofizjolog Santiago Ramon y Cajal otrzymał Nagrodę Nobla w 1906 r. za ustalenie, że mózg nie składa się z pojedynczej sieci gromadzącej wszystkie neurony, ale z pojedynczych, oddzielnych neuronów, które wymieniają informacje poprzez synapsy. W 1932 roku Edgar Adrian otrzymał Nagrodę Nobla za ustalenie, z wykorzystaniem pionierskiego rejestrowania aktywności pojedynczych komórek nerwowych, że neurony pracują w trybie „wszystko albo nic”, co określa się mianem ich potencjału czynnościowego, i że częstotliwość ich wyładowań reprezentuje intensywność bodźca. Sformułował on również hipotezę, że synapsy mogą się różnić pod kątem wydajności, co oznacza, że jeśli neuron 1 jest połączony z neuronem 2 pewną liczbą synaps, aktywność w neuronie 1 może mieć silniejszy wpływ na neuron 2 – jeśli synapsy są silne, ale słabszy efekt – jeśli synapsy są słabsze. Dodatkowo panowało przekonanie, że liczba synaps w mózgu jest

znacznie większa niż liczba neuronów i że w zasadzie prawdopodobnie każdy neuron połączony jest z każdym.

Sformułowana przez Adriana wizja fizjologii mózgu położyła podwaliny pod teorię Hebba. Równolegle behawioryści, wliczając rosyjskiego psychologa i fizjologa Iwana Pawłowa i amerykańskiego psychologa Burrhusa Skinnera, zdołali przekształcić psychologię w rygorystyczną naukę, dzięki rozbiciu naszej zdolności do nauki na dwa dobrze poznane komponenty. Pierwszym było klasyczne warunkowanie, to jest nasza zdolność do kojarzenia dwóch bodźców, zaś drugim było warunkowanie instrumentalne, to jest nauka kojarzenia, poprzez negatywne i pozytywne wzmocnienia, pewnych bodźców z określonymi działaniami. Słynnym przykładem klasycznego warunkowania jest pies Pawłowa, który nauczył się kojarzyć dzwoniące przedzające posiłek z samym posiłkiem. Przykładem warunkowania drugiego typu jest uczenie się trzymania parasola nad głową (zachowanie), gdy pada (bodziec), ponieważ takie działanie powstrzymuje deszcz przed sprawieniem, że poczujesz się przemoknięty i nieszczęśliwy (zachodzi tutaj wzmocnienie negatywne, czyli usuwanie nieprzyjemnego bodźca). W kontekście takiego postępu w fizjologii i psychologii nadszedł czas na kogoś, kto zbuduje most pomiędzy kształtującą się wiedzą o architekturze mózgu i prawami uczenia się opisanymi przez behawiorystów.

Po dużym namyśle Hebb sformułował zadziwiająco prostą, ale bardzo wpływową ideę, którą opublikował w 1949 r. w książce *The Organization of Behavior* (Organizacja zachowania)[73]. Zasugerował, że funkcje mózgu powinny być postrzegane na dwóch przyczynowo powiązanych poziomach: pierwszy to chwilowy wzorzec aktywacji, a drugi – trwałe ślady pamięciowe. Analogia do wzorców przemieszczania się owcy może rozjaśnić to rozróżnienie. Wyobraź sobie, że na wzgórzu istnieją cztery łąki, nazwijmy je A, B, C i D. Stado owiec przemieszcza się od A do B, od B do C i z powrotem do A, ale nie dochodzi do D z jakiegoś powodu, który nie jest tutaj istotny. Przemieszczając się (lewy górny róg na rycinie 8.1) spowodowały one zmniejszenie się roślinności wokół trasy, w wyniku czego powstało coś, co można by nazwać załączkiem szlaku (prawy górny róg na rycinie 8.1). Najciekawsze jest to, że ich przemieszczanie się jest nie tylko przyczyną szlaku, ale także tego, że szlak stanie się teraz przyczyną ich późniejszych przejść. Następnym razem, gdy stado wyruszy, będzie bardziej prawdopodobne, że przejdzie tą samą ścieżką, ponieważ poruszanie się nią będzie

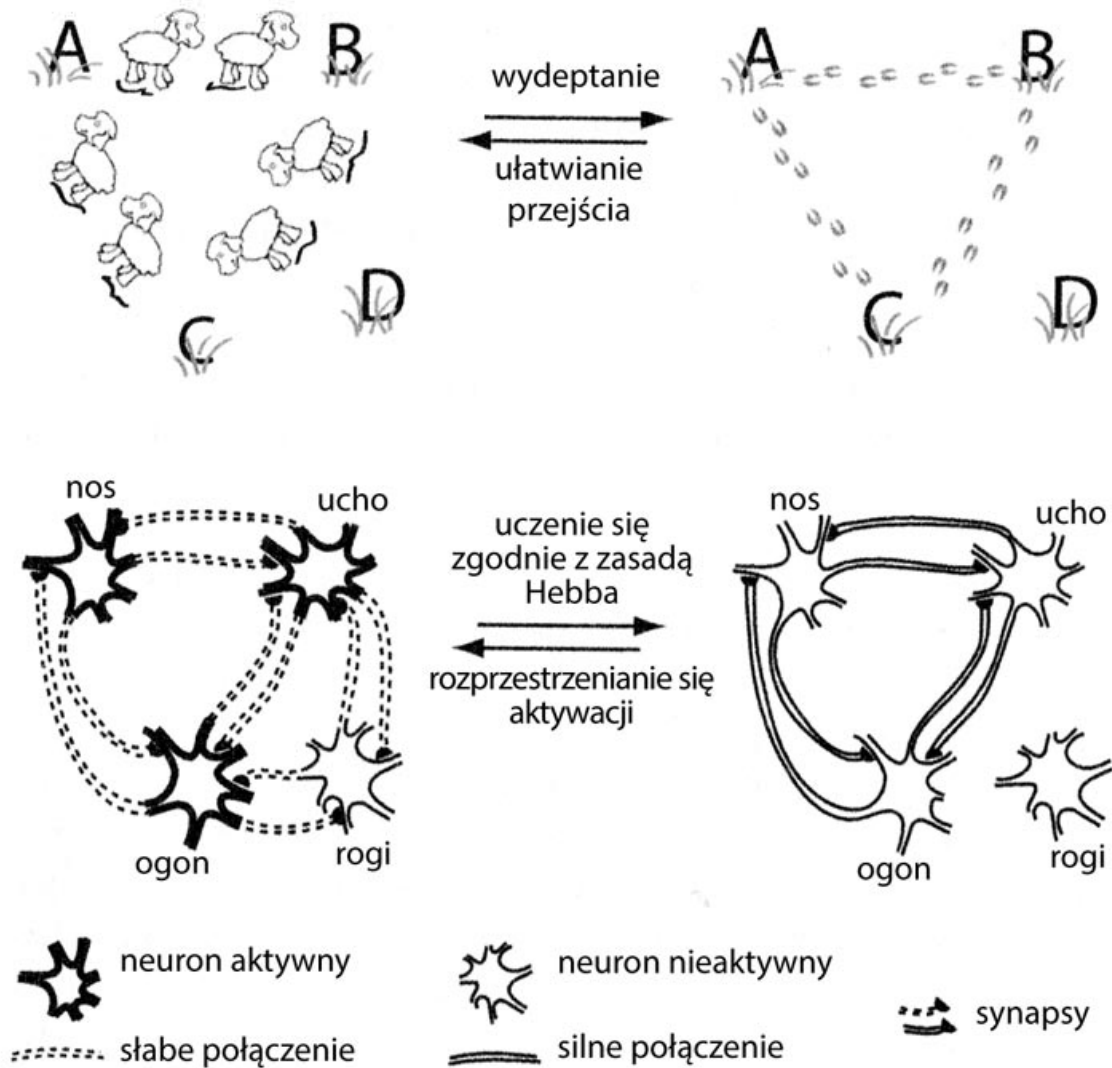
łatwiejsze. To z kolei spowoduje, że ścieżka stanie się jeszcze bardziej widoczna, i owce z jeszcze większym prawdopodobieństwem będą nią podróżować w przyszłości. Możemy zatem opisać ich wzorzec poruszania się na dwóch poziomach: pierwszy to tymczasowy opis tego, w jaki sposób owce przemieszczają się w tym tygodniu (lewa strona ryciny), a drugi to bardziej trwały, strukturalny opis tego, jakie ślady są widoczne na tej części wzgórza (prawa strona ryciny). Oba poziomy są przyczynowo połączone.

Hebb zasugerował, że sytuacja w mózgu może wyglądać podobnie. Kiedy widzimy pierwszego psa w życiu, wiele wzrokowych neuronów reprezentujących różne cechy psa, takie jak uszy, nogi i ogon, aktywuje się w tym samym momencie. Inne neurony reprezentujące cechy, które nie są obecne u psa, takie jak rogi, pozostają nieaktywne (lewa dolna część ryciny 8.1), a my pozostajemy z tymczasową regułą, z czego składa się pies. Hebb przyjmuje, że wszystkie te neurony są wzajemnie połączone we względnie przypadkowy sposób podczas narodzin, ale jeśli „neurony odpalają razem, łączą się z sobą”<sup>[8]</sup>. Zakładając, że gdy widzimy psa, neurony reagujące na uszy, nos i ogon odpalają jednocześnie, a te reagujące na rogi – nie (rycina 8.1, lewy dół), neurony od uszu, nosa i ogona powiążą się ze sobą, a połączenia pomiędzy nimi, które dotąd były słabsze, zostaną wzmocnione. Neurony rogów nie staną się częścią tego wzmocnionego wzorca połączeń (rycina 8.1, prawy dół).

Po wielokrotnym doświadczeniu oglądania psa połączenia synaptyczne, które wiążą neurony reprezentujące różne aspekty psa, staną się tak silne, że w mózgu powstanie trwały pamięciowy ślad psa. Gdy kiedyś zobaczymy nos z wystającymi uszami zerkającymi zza ściany, pomyślimy, że pozostała część psa skrywa się za ścianą, ponieważ aktywność wśród neuronów nosa i uszu rozchodzić się będzie poprzez wzmocnione połączenia, pobudzając neurony ogona i skutecznie dopełniając nasz mentalny obraz psa.

Reguła Hebba, zgodnie z którą „neurony, które jednocześnie odpalają, tworzą między sobą połączenia”, jest prawdziwym triumfem neuronauki, ponieważ wyjaśnia złożone psychologiczne zjawiska, takie jak klasyczne warunkowanie i wypełnianie wzorca z mechanistycznej *lokalnej* perspektywy. Neurony reprezentujące nos i ogon łączą się, a ten proces nie wymaga żadnej dalszej wiedzy dotyczącej psa. Prosty fakt, że te dwa neurony wielokrotnie odpalają jednocześnie, wyjaśnia powstawanie skojarzeń pomiędzy nosem i ogonem. Reguła

Hebba dostarczyła pierwszej przekonującej i inspirowanej fizjologicznie teorii wyjaśniającej zjawiska klasycznego warunkowania, opisane przez psychologów behawiorystycznych.



**Rycina 8.1:** Gdy owce podróżują wzdłuż ścieżki od A do B, do C, do A, pomijając D (lewa górna część), tworzą one trwałe ślady wydeptanej roślinności (prawa górna część), które będą je zachęcać do poruszania się tą samą drogą w przyszłości. Podobnie, gdy widzimy psa, nasze neurony uszu, nosa i ogona zostaną aktywowane (co symbolizowane jest przez rozjaśnienie się neuronów), podczas gdy nasze neurony rogów pozostaną beczynne (lewy dół). To wzmocni połączenia pomiędzy aktywnymi neuronami, ale nie pomiędzy neuronami rogów (prawy dół), ułatwiając odtworzenie podobnego wzorca aktywności w przyszłości.

Obecnie, niemal sześćdziesiąt lat po publikacji książki Hebba, istnieje przytłaczający dowód na to, że jego podstawowy postulat jest poprawny. W całym systemie nerwowym odkryto neurony, które wzmacniają swoje połączenia synaptyczne, jeśli presynaptyczny neuron (czyli neuron, który przesyła połączenia poprzez synapsy) odpala w tym samym czasie albo bezpośrednio przed postsynaptycznym neuronem, który został aktywowany przez inne neurony[74]. Biolog molekularny Gunther Stent z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Berkeley rozszerzył oryginalną regułę uczenia się Hebba, stwierdzając, że neurony nie tylko tworzą między sobą połączenia, jeśli ich odpalenie jest *pozytywnie* skorelowane (czyli gdy często odpalają jednocześnie), ale ich połączenia są *zmniejszane*, jeśli odpalenie jest *negatywnie* skorelowane (czyli gdy neuron A odpala, jest mało prawdopodobne, by odpalił neuron B, i odwrotnie)[75]. Wracając do naszego przykładu z psem: jest bardziej prawdopodobne, że neurony rogów odpalą, jeśli neurony nosa albo ogona nie reagują, niż wtedy, gdy również one reagują, co tworzy negatywną korelację, która powinna prowadzić do redukcji synaps pomiędzy neuronami rogów z jednej strony, a neuronami nosa i ogona z drugiej.

Hebb pokazał nam, jak wspaniale złożona organizacja zachowania może być wyjaśniona przez proste prawo rządzące interakcją pomiędzy neuronami, które składają się na nasz mózg.

### **W jaki sposób asocjacje w mózgu tworzą neurony lustrzane**

Własności lustrzanego systemu działania zostały omówione w poprzednich rozdziałach, a w przypadku makaków sprowadzają się one do przynajmniej trzech wzajemnie połączonych miejsc korowych. Są to: wzrokowa kora skroniowa, tylny płat ciemieniowy i kora przedmotoryczna (zobacz mapę mózgu empatycznego) [76]. Neurony w korze wzrokowej reagują na widok ruchów ciała innych osób; neurony w tylnym płacie ciemieniowym reagują zarówno, gdy małpa wykonuje konkretną czynność, jak i wtedy, gdy małpa widzi innego osobnika wykonującego podobną czynność; a neurony w przedmotorycznej korze są odpowiedzialne za wywoływanie wykonania celowego działania, 10–20 procent z tych neuronów reaguje również wtedy, gdy małpa obserwuje lub słyszy podobne działanie[39, 40]. Kora wzrokowa nie jest bezpośrednio połączona z korą przedmotoryczną, ale

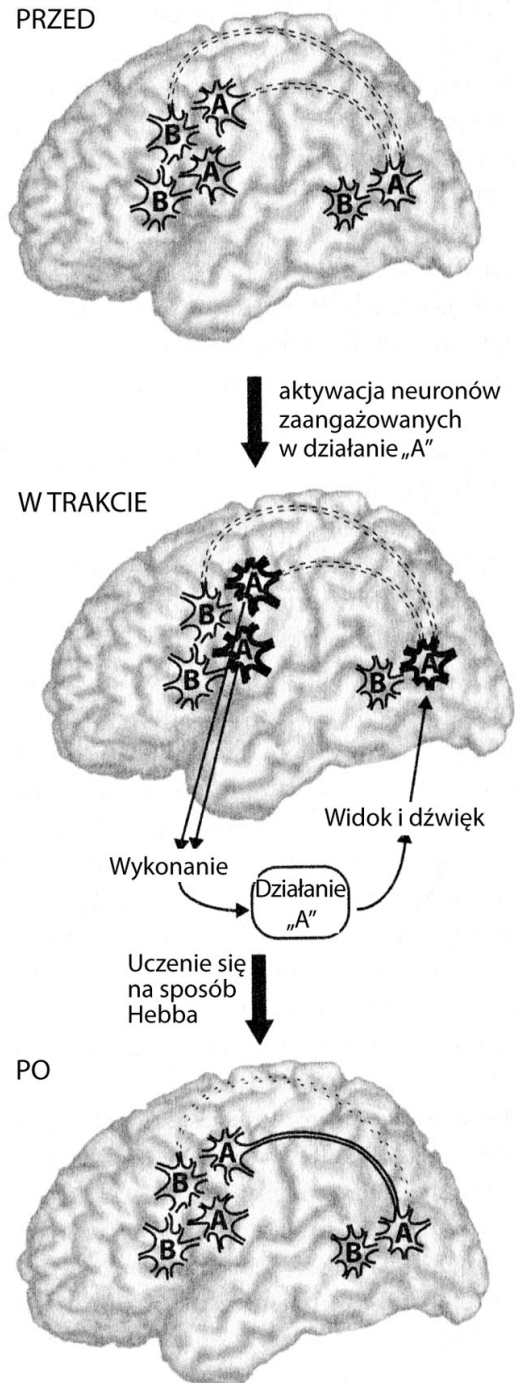


jest wzajemnie połączona z płatem ciemieniowym, który z kolei jest wzajemnie połączony z korą przedmotoryczną.

Tajemnica systemu lustrzanego sprowadza się do zrozumienia, w jaki sposób połączenia pomiędzy neuronami, które są selektywne dla tego samego działania w tych trzech obszarach mózgu, zostają wzmocnione, i jak krzyżowe połączenia łączące neurony o różnych selektywnościach są eliminowane.

### **Wiązanie twoich własnych działań z działaniami innych osób**

W świetle koncepcji Hebb'a nie musi to być wcale żadna tajemnica[76, 77]. Gdy organizm obserwuje swoje własne działanie, w mózgu dochodzi do szczególnej sytuacji. Aktywność przedmotorycznych neuronów, która wywołuje działanie, synchronizuje się z aktywnością neuronów w sensorycznych obszarach, które reagują na odgłos albo widok działania, ponieważ organizm może obserwować ruchy własnego ciała i słyszeć odgłosy swojego własnego działania. W ramach naszego schematu systemu lustrzanego oznacza to, że neurony w korze wzrokowej zsynchronizują swoje aktywacje z neuronami przedmotorycznymi i tymi z płata ciemieniowego, reprezentującymi to samo działanie.



**Rycina 8.2:** Przed wykonaniem działania A, połączenia pomiędzy neuronami sensorycznymi reagującymi na działanie A w płacie czołowym i motorycznymi neuronami dla działania A oraz B w korze przedruchowej są równie słabe. Podczas wykonania działania A, obserwujemy nasze własne działanie, neurony sensoryczne reagujące na A są zatem aktywne (grubsze kontury) w tym samym czasie, co przedmotoryczne neurony dla A. Potem, ponieważ „neurony, które reagują

jednocześnie, wytwarzają połączenia pomiędzy sobą”, połączenia pomiędzy neuronami A są silniejsze niż pomiędzy neuronami A i B.

Rycina 8.2 pokazuje, w jaki sposób uczenie się na sposób Hebba może prowadzić do selektywnego tworzenia się połączeń potrzebnych do tego, by system lustrzany mógl działać. Wyobraźmy sobie cztery neurony w korze przedruchowej niemowlęcia. Dwa z nich określm jako A, ponieważ są aktywne podczas wykonania działania A, a dwa określm jako B, ponieważ są one aktywne podczas wykonania działania B. Jeśli neurony A stają się aktywne, dziecko wykonuje czynność A. Dźwięk i widok działania A pobudza teraz neurony w płacie skroniowym, którym zdarza się reagować częściej na działanie A niż na działanie B, i które są zatem reprezentowane przez literę A na rycinie obok. U noworodków moglibyśmy założyć, że wzrokowa, ciemieniowa i przedmotoryczna kora są słabo, ale przypadkowo wzajemnie ze sobą połączone. Aktywność skroniowego neuronu A jest zatem przesyłana do podzbioru neuronów A i B w korze przedmotorycznej<sup>[9]</sup>. Ten sygnał synaptyczny jednakże napotyka na zupełnie różną sytuację w przedmotorycznych neuronach A i B. Neurony A są obecnie aktywne, synapsa zatem stanie się silniejsza i bardziej efektywna, w oparciu o zasadę Hebba (co reaguje razem, wytwarza połączenia między sobą). Z drugiej strony neurony B są obecnie nieaktywne, ponieważ podczas gdy dziecko wykonuje czynność A, nie może równocześnie wykonywać działania B i te synapsy zostaną zatem osłabione. Po powtarzających się samoobserwacjach podczas wykonania czynności A, synapsy pomiędzy wzrokowym neuronem A i przedmotorycznym neuronem A są teraz tak silne, że obserwowanie albo słuchanie działania będzie wystarczające do aktywacji jednego z dwóch neuronów A w korze przedruchowej. Ten neuron staje się neuronem lustrzanym, podczas gdy neuron A, który nie otrzymał informacji z płata skroniowego, pozostaje czysto motorycznym neuronem bez własności lustrzanych.

Zasada uczenia się Hebba może zatem wyjaśnić, w jaki sposób kojarzymy widok naszych własnych działań z wykonaniem tych działań, jednak w jaki sposób pomaga nam to rozumieć działanie innych, które zwykle widzimy z innej perspektywy niż nasza własna? Odpowiedzią jest „niezmiennność punktu widzenia”, która oznacza, że wiele neuronów w wyższej korze wzrokowej, która wysyła sygnały do ciemieniowych i przedmotorycznych obszarów, reaguje podobnie, gdy przedmioty albo ludzie są postrzegani z różnej perspektywy[78].

Te neurony reagują zatem podobnie na nasze własne działania i na działania cudze, powodując, że skojarzenia wyuczone podczas samoobserwacji uogólniają się na działania innych jednostek. W przypadku dźwięków to uogólnienie jest nawet łatwiejsze, ponieważ odgłos rozrywania przez ciebie kartki papieru jest niezwykle podobny do odgłosu wywoływanego przeze mnie, gdy robię to samo.

A zatem pojawienie się neuronów lustrzanych dla działania rękami może być postrzegane jako prosty rezultat Hebbowskich asocjacji podczas samoobserwacji. Jednak aby Hebbowskie asocjacje powstały, niemowlęta musiałyby uważnie obserwować swoje własne ruchy. Czy tak jest naprawdę? Odpowiedź brzmi: tak. Niemowlęta są zafascynowane własnymi działaniami w ciągu pierwszych pięciu miesięcy życia i spędzają większość czasu, gdy nie śpią, robiąc coś rękami na okrągło i uważnie je obserwując[79]. Jeśli kiedykolwiek zastanawiałeś się, dlaczego dzieci robią to, odpowiedź jest prawdopodobnie właśnie taka, że dostarcza to świetnych warunków do zajścia Hebbowskiego uczenia się.

Siłą tego podejścia, w zgodzie z oryginalnym celem Hebba, jest pokazywanie, że nie ma niczego koniecznie tajemniczego w neuronach lustrzanych. Trzeba tylko tego, by mózg posiadał słabe połączenia pomiędzy sensorycznymi i przedmotorycznymi obszarami, a dziecko obserwowało swoje własne działanie. W zasadzie ewolucja mogła dwoma sposobami wyposażyć nas w system lustrzany. Zestaw genów, który dziedziczymy od naszych rodziców, mógł wyewoluować tak, by obejmował wszystkie informacje konieczne dla połączenia neuronów w płacie skroniowym z odpowiednimi neuronami w obszarach przedruchowych, a wówczas rodzilibyśmy się ze świetnie funkcjonującym systemem lustrzanym. Jednak zważywszy na ogromną liczbę czynności, które ludzie mogą postrzegać i wykonywać, w genomie musiałaby być zostać zgromadzona olbrzymia liczba szczegółowych instrukcji. Alternatywnie, genom mógł ewoluować kodując połączenia sensoryczne z obszarami przedmotorycznymi w dość przypadkowy sposób, z użyciem synaps, które potrafią uczyć się zgodnie z regułą Hebba, oraz wyposażyć dzieci w „instynkt” do wykonywania działania i przyglądania się sobie. Fascynacja dziecka własnymi działaniami zdaje się być świadectwem tego, że ewolucja wybrała to drugie rozwiązanie. W rezultacie dzieci nie tylko rozwijają system lustrzany, ale również łączą widok swoich własnych działań z korą przedmotoryczną w sposób, który może być kluczowy dla kontrolowania własnych działań przez sprawdzanie, czy wyglądają one tak, jak powinny<sup>[10]</sup>. Zgodnie z tym

poglądem, ta druga funkcja kontroli motorycznej może być głównym powodem, dla którego ewolucja wyselekcjonowała mózgi z neuronami lustrzanymi, ale gdy mózg zdobył już neurony lustrzane, mógł równie dobrze wykorzystać je do rozumienia innych ludzi.

### **Uczenie się różnicy pomiędzy sobą a innymi**

Podzielane obwody pozwalają nam odnosić działania innych osób do naszych własnych działań. Jednakże jeśli wręczę ci kieliszek wina, a ty go ode mnie weźmiesz, muszę zrozumieć, która czynność należy do mnie, a która do ciebie. W jaki sposób nasz mózg rozróżnia wizualny ruch, który wywołałem, od ruchu wywołanego przez ciebie?

Jak wspomniano wcześniej, połączenia pomiędzy korą wzrokową i przedmotoryczną są dwustronne. Chociaż przepływ informacji od wzrokowych do przedmotorycznych neuronów może dostarczyć wizualnych danych neuronom lustrzanym, wsteczny przepływ informacji może być kluczowy dla rozróżnienia konsekwencji moich własnych działań od tych, które są powodowane przez zewnętrzne zdarzenia.

Neurony w korze przedruchowej, które reagują podczas wykonywania działania A, zdają się wysyłać hamujące połączenia do niektórych neuronów w korze wzrokowej, które reagują na to samo działanie. Zważywszy, że uczenie się na sposób Hebbowski powinno następować w podobnym tempie w obu kierunkach (od przedruchowego neuronu do wzrokowego i od wzrokowego do przedruchowego), ten równoległy rozwój zapewniłby znakomitą regulację uwagi. Z początku, gdy neurony lustrzane potrzebowały intensywnej samoobserwacji, by wybrać właściwe połączenia, wsteczne hamowanie jeszcze nie powstało, a własne zachowanie niemowlęcia byłoby najbardziej wydatne i zwracające uwagę. Wraz z dostrajaniem systemu lustrzanego w wyniku uczenia się, hamowanie staje się coraz bardziej efektywne, a działania przyciągają coraz mniejszą uwagę i częstość samoobserwacji spada. Gdy system lustrzany jest już całkowicie dostrojony, hamowanie znajduje się w swoim maksimum i dziecko odrywa uwagę od swoich własnych działań. Taka regulacja byłaby specyficzna dla konkretnego działania, tak że jeśli dziecko przyswaja sobie nowe działania, byłyby one bardziej wydatne,

co gwarantuje, że uwaga zostanie przyciągnięta przez działania, które najbardziej wymagają Hebbowskiego uczenia się.

U dorosłych tłumienie własnych działań ma dwie dodatkowe konsekwencje. Po pierwsze, dostarcza odpowiedzi na to, w jaki sposób odróżniamy własne działania od cudzych. Działania innych osób są niestłumionymi konsekwencjami zewnętrznych zdarzeń, podczas gdy nasze są tymi, które zostały stłumione przez zwrotne połączenia kory przedruchowej. Po drugie, uwrażliwia nas to na błędy w naszym systemie motorycznym. Wyobraźmy sobie, że naprzeciw nas leży plastikowy kubek i spodziewamy się, że jest on wypełniony wodą, więc planujemy podnieść go z dość małą siłą i spodziewamy się ujrzeć, jak powoli, stabilnie się unosi. Nasze połączenia stłumią widok własnego ruchu przez hamujące reprezentacje powolnego ruchu w górę. Jeśli kubek okaże się pusty, podniesie się bardzo łatwo. W rezultacie zobaczymy kubek poruszający się szybko, a więc ruchem innym od tego, który został wytłumiony, co prowadzi do ważnej informacji, która służy nam jako sygnalizacja błędu, mówiąca nam, by ruszać się wolniej<sup>[11]</sup>.

### **Możesz odzwierciedlać tylko to, co potrafisz zrobić**

Jeśli system lustrzany naprawdę rozwija się na zasadzie uczenia się Hebbowskiego, możemy przewidywać, że najmłodsze niemowlęta nie będą mieć systemu lustrzanego dla konkretnego działania, zanim same nie będą w stanie wykonywać danej czynności. Na przykład chwytanie zaczyna się rozwijać dopiero około szóstego miesiąca życia, zatem dziecko w trzecim miesiącu życia nie powinno mieć systemu lustrzanego dla chwytania i naprawdę nie rozumie, co inne osoby robią, gdy chwytają. Ale w jaki sposób dowiemy się, czy sześciomiesięczne niemowlę rozumie jakąś czynność, biorąc pod uwagę to, że niemowlęta nie potrafią nam tego powiedzieć?

W Seattle, na University of Washington, psycholożki rozwojowe Jessica Sommerville, Amanda Woodward i Amy Needham poszukały odpowiedzi na to pytanie wykorzystując prostą, ale pomysłową metodę psychologiczną[83]. Porównały, jak dobrze niemowlęta z doświadczeniami chwytania i bez takich doświadczeń rozumieją chwytanie – ale nie musiały je przy tym o nic pytać. Nazwijmy typowe dziecko z każdej z tych grup Alison oraz Anne. Mała Alison

ma trzy i pół miesiąca – jest zbyt wcześnie, by sama chwyciła zabawki. Jej mózg nie potrafi całkiem skoordynować potrzebnej sekwencji ruchów. Alison siedzi na kolanach swojej mamy przed sceną kukiełkową. Eksperymentator na scenie założył dwupalczystą rękawicę pokrytą rzepem, a przed nim znajdują się dwie zabawki: pluszowy miś po lewej stronie i piłka po prawej. Za sceną ukryty obserwator spogląda przez niewielki otwór i obserwuje, na co Alison spogląda. Najpierw eksperymentator sięga ręką w kierunku piłki, która przykleja się do rzepa. Następnie czeka w bezruchu tak długo, jak Alison na niego patrzy, ale nie dłużej niż dwie minuty. Za pierwszym razem Alison spogląda na całe zdarzenie przez trzydzieści sekund. Następnie eksperymentator powtarza dokładnie te same ruchy w kółko. Po około dziesięciu seriach Alison zdaje się być znudzona, zerkając na to, co się dzieje, tylko przez dziesięć sekund. Ta redukcja czasu skupienia wzroku w publikacjach naukowych określana jest jako habituacja, zaś w normalnym życiu – znudzenie. Następnie eksperymentator zamienia miejscami obie zabawki. Znowu czasami wyciąga rękę w prawo, ale tym razem znajduje się tam pluszowy miś – nowy cel, a innymi razy w lewo – używając nowej trajektorii dla sięgnięcia po ten sam przedmiot co wcześniej – piłkę. Dla Alison obie nowe sytuacje zdają się równie interesujące. Znowu patrzy na nie przez pełne trzydzieści sekund, odczuwając, że to dwa nowe bodźce, które zasługują na tyle samo uwagi co pierwsza czynność, którą obserwowała. Fakt, że Alison spogląda równie długo na nowe cele i na nowe trajektorie pokazuje, że w przeciwieństwie do systemu lustrzanego dorosłych, cele nie są dla niej czymś szczególnym. Ale oczywiście sama nigdy wcześniej nie sięgnęła po zabawkę, więc nie oczekiwalibyśmy, że będzie mieć neurony lustrzane, pozwalające rozumieć cel, który eksperymentator chce osiągnąć.

Następnego dnia w laboratorium pojawia się Anne. Jest w tym samym wieku co Alison i nigdy sama nie chwyciła niczego, ale zanim zobaczy eksperymentatora chwytającego zabawki, dostaje szansę pobawienia się nimi. Siedzi na kolanach mamy, a piłka i pluszowy miś – mniejsze wersje tych, które później zobaczy na kukiełkowej scenie – znajdują się przed nią, na stole. Anne dotyka kilka razy zabawek, ale nie potrafi ich naprawdę chwycić. Po trzech minutach przebywania z zabawkami, eksperymentator zakłada Anne na ręce rękawicę z rzepem i z powrotem umieszcza ją przy stole. Z rękawicą na rączce Anne dotyka misia, który się przylepia do rzepa i dziewczynka może nim poruszać, jak gdyby go

chwyciła. Po kilku sekundach eksperymentator odrywa pluszaka od rękawicy i kładzie go z powrotem na stole. Anne sięga po piłkę, która również przykleja się do rękawicy. Tego rodzaju zabawa trwa przez następne cztery minuty. W tym momencie Anne posiada już doświadczenie tego, jak to jest złapać jakiś przedmiot i jeśli nasza Hebbowska koncepcja jest poprawna, widok sięgania w kierunku przedmiotu może być skojarzony z działaniem chwytania zabawki.

Anne umieszczana jest przed kukiełkową sceną i następuje dokładnie taka sama procedura, jaką przechodziła Alison. Eksperymentator sięga za pierwszym razem w kierunku piłki. W przeciwieństwie do Alison, która oglądała tę czynność przez trzydzieści sekund, Anne przygląda się jej przez pełną minutę. Wygląda na to, że doświadczenie chwytania zabawki uczyniło obserwowaną scenę bardziej interesującą. Ale po dziesięciu powtórzeniach, podobnie jak Alison, Anne przygląda się wszystkiemu tylko przez dziesięć sekund, co wskazuje na to, że się znudziła. Następnie zabawki są zamieniane miejscami, więc gdy eksperymentator sięga po piłkę, jest ona po przeciwnej stronie. Podobnie jak w przypadku Alison, Anne spogląda teraz przez trzydzieści sekund, co pokazuje, że nowa trajektoria uczyniła całe działanie nieco bardziej interesującym. Ale teraz eksperymentator sięga po misia – nowy cel. Wow! Anne znowu spogląda na bodziec przez sześćdziesiąt sekund. Musiała uznać nowy cel za znacznie bardziej frapujący od nowej trajektorii. Kilka minut chwytania za pomocą rękawicy pokrytej rzepem sprawiło jej mózgowi olbrzymią różnicę, ponieważ uświadomiła sobie teraz, że cele są czymś szczególnym. Doświadczenie dopasowania widoku jej dłoni dotykającej przedmiot z doświadczeniem posiadania przedmiotu do swojej dyspozycji w jakiś sposób zmieniło jej percepcję działania innej osoby – dokładnie tak, jak przewidywałyby nasza Hebbowska teoria<sup>[12]</sup>.

Bez specjalnych rękawic dzieci poniżej 6–8 miesiąca życia nie doświadczają, jakie to uczucie przytrzymać zabawkę[84]. Co ciekawe, dzieci, które nie przeszły treningu z samoprzylepną rękawicą, również zaczynają uważać bodźce związane z celami za coś szczególnego około tego wieku, co sugeruje, że dla nich zobaczenie siebie trzymających przedmiot jest kluczem do zrozumienia, że za działaniem sięgania kryje się cel, a to rozumienie natychmiast zostaje przeniesione na nasze rozumienie działania innych ludzi<sup>[13]</sup>.

## **Gaworzenie – budowanie systemu lustrzanego języka**



Hebbowskie uczenie się może być stosowane nie tylko do czynności wykonywanych dłońmi. Powinno również przyczyniać się do pojawienia się podzielanych obwodów w rozwoju mowy oraz w naszym rozumieniu wrażeń i emocji. Istnieją systemy lustrzane dźwięków działania, a zwłaszcza dźwięków działania ustami[8, 9, 38–41, 52]. Może mieć to szczególne znaczenie dla przyswojenia mówionego języka, ponieważ to one tłumaczą słyszane dźwięki mowy na motoryczny program wykonywania podobnych dźwięków. U dzieci występuje specyficzne zachowanie nazywane gaworzeniem. W pierwszych miesiącach życia dzieci spontanicznie gruchają, wytwarzając dźwięki, które przypominają samogłoski („aaaach”, „oooch”). Około czwartego miesiąca zaczynają dodawać spółgłoski („gaga”, „dada”). Od szóstego do dwunastego miesiąca zaczynają się bawić wypowiedziami głosowymi, odkrywając, jakie dźwięki są w stanie wydać. Gaworzenie nie jest próbą komunikacji, ale musi czemuś służyć – w przeciwnym wypadku nie robilibyśmy tego.

Z Hebbowskiej perspektywy gaworzenie jest odpowiednikiem samoobserwacji. Gdy dziecko gaworzy, neurony w korze przedmotorycznej odpowiedzialne za wydawanie dźwięków wokalnych będą aktywne jednocześnie z neuronami w korze sensorycznej, które reagują na odgłosy działania. Zgodnie z powyższym opisem, doprowadzi to neurony kodujące konkretne odgłosy wokalne w korze sensorycznej do stworzenia połączeń z neuronami zaangażowanymi w wydawanie tych dźwięków, znajdującymi się w korze przedmotorycznej oraz ciemieniowej. W rezultacie dziecko aktywnie trenuje swój mózg, wykrywając, które programy motoryczne są odpowiednie dla wydawania konkretnych dźwięków. Jeśli później dziecko słyszy dorosłego wydającego ten dźwięk, maszyna do aktywacji odpowiedniego programu motorycznego oraz reprodukcji dźwięku jest gotowa. W dodatku dziecko jest również wyposażone w mechanizmy postulowane przez motoryczną teorię percepcji mowy, z którą zapoznaliśmy się w rozdziale poświęconym językowi.

U dorosłych nie tylko dźwięk języka aktywuje programy motoryczne, ale *widzenie* kogoś innego mówiącego, również aktywuje neurony w korze przedmotorycznej. Takie wizualne reakcje są intrygujące, ponieważ dzieci zazwyczaj nie obserwują się, gdy gaworzą – psychologowie rozwojowi nazywają to działaniem nieprzezroczystym. Jak Hebbowskie uczenie się zachodzi, jeśli dziecko nie może widzieć samego siebie artykułującego dźwięki? Niemowlęta

mają bardzo silną preferencję spoglądania na twarze innych osób i spoglądają oraz słuchają uważnie dorosłych, gdy ci mówią. Dźwięk wokalizacji rodziców współwystępuje w czasie z widokiem ruchów ich ust, języka i gardła, zatem Hebbowskie asocjacje mogłyby powstawać w sensorycznych obszarach, które otrzymują informacje zarówno słuchowe, jak i wzrokowe. Faktycznie, jak wspomniano wcześniej, neurony w płacie skroniowym, do których odnosiłem się jako do „kory wzrokowej”, tak naprawdę łączą wzrokowe i słuchowe reakcje na wokalizacje nawet już u małą[85]. Zatem to prawdopodobne, że podczas gaworzenia dziecko kojarzy słuchowe reprezentacje z motorycznymi reprezentacjami dźwięków mowy, a gdy obserwuje twarze innych osób, dziecko będzie kojarzyć wzrokowe reprezentacje pewnych ruchów ust z tym, jakie dźwięki te ruchy wywołują. Dzięki tej podwójnej asocjacji, widok kogoś innego mówiącego aktywuje słuchowo-wzrokowe reprezentacje w płacie skroniowym, co z kolei wywołuje odpowiednie programy motoryczne<sup>[14]</sup>. W tym przypadku nie jedna, ale dwie operacje Hebbowskiego uczenia się są konieczne, ale zasada pozostaje ta sama.

### **Kojarzenie moich wrażeń z twoimi**

Kolejnym przykładem tego, w jaki sposób neuronalne podłoże empatii mogłoby opierać się na Hebbowskim uczeniu się, są podzielane obwody dla wrażeń. Za każdym razem, gdy widzimy, jak jakiś przedmiot zbliża się i dotyka naszego ciała, widok i wrażenie tego odczucia zdarzają się w jednym momencie, co prowadzi do tego, że neurony reprezentujące widok dotyku wzmacniają swoje połączenia z neuronami reprezentującymi doświadczenie dotyku. Takie połączenia mogą być odpowiedzialne za naszą obserwację, że widok dotyku aktywuje somatosensoryczne obszary mózgu[86], nawet jeśli osoba badana nie obserwuje dotyku własnego ciała. Osoby badane, u których powstały silniejsze Hebbowskie asocjacje pomiędzy widokiem dotyku i doświadczeniem dotyku, miałyby zatem silniejsze somatosensoryczne aktywacje, co potencjalnie doprowadziłoby do ekstremalnych przypadków, gdy ktoś miałby trudności z rozróżnieniem, czy doświadczył prawdziwego dotyku, czy tylko jego widoku – jak w opisanym wcześniej przypadku Deanny[87].

Ciekawe zjawisko nazywane „iluzją gumowej ręki” ilustruje, jak mało czasu potrzeba, by stworzyć nowe wzrokowo-dotykowe asocjacje[88]. Weź parę rękawiczek, załóż prawą na swoją prawą dłoń, a lewą połóż na biurku obok niej. Połóż swoją lewą rękę pod biurkiem, bezpośrednio pod pustą rękawiczką. Większość ludzi w tej sytuacji wyraźnie czuje, że ich lewa ręka znajduje się pod biurkiem, a nie w pustej rękawiczkę. Teraz poproś kogoś o pomoc. Niech najpierw rytmicznie stuka on pustą rękawiczkę, jednocześnie stukając swoją lewą ręką pod stołem, przez trzydzieści sekund. Czy masz teraz dziwaczne wrażenie, że rękawiczka jest częścią twojego ciała? Jeśli twój pomocnik powtórzy dotykanie twojej ręki i rękawiczki, ale w różnych odstępach czasu, bez synchronizacji, efekt przestaje występować, co odzwierciedla fundamentalną przesłankę uczenia się Hebbowskiego, że synchronizacja prowadzi do asocjacji.

### **Dlaczego rodzice imitują wyrażenia mimiczne swojego dziecka**

Zastanawialiście się kiedyś, dlaczego rodzice imitują ekspresje mimiczne własnych dzieci? Emocjonalne wyrazy mimiczne stanowią szczególne wyzwanie dla koncepcji podzielanych obwodów, opartej na Hebbowskim uczeniu się, ponieważ na ogół nie widzimy własnych wyrazów mimicznych, gdy doświadczamy swoich emocji.

Pod koniec lat 70. Andrew Meltzoff i M. Keith Moore wykazali, że noworodki pokazują język, jeżeli widzą, że dorosły pokazuje swój[22, 89], co początkowo postrzegano jako dowód na to, że istnieje wrodzona zdolność imitacji ekspresji mimicznych. Oznaczałoby to, że Hebbowskie uczenie nie stosuje się do ekspresji mimicznych. Nowsze badania pokazały jednak, że wystawianie języka zdaje się być jedynym ruchem twarzy z łatwością imitowanym przez noworodki[90]. Imitacja wystawiania języka jest zatem obecnie postrzegana jako bardzo specyficzny przypadek, u podłoża którego leży szczególnie wrodzony mechanizm, różniący się od prawdziwej imitacji. Inne formy imitacji twarzy prawdopodobnie opierają się na odmiennych mechanizmach, do których mogłoby należeć Hebbowskie uczenie się<sup>[15]</sup>.

Istnieją trzy mechanizmy, dzięki którym emocje dziecka mogą być kojarzone na sposób Hebbowski z widokiem konkretnej ekspresji twarzy innej osoby.

Po pierwsze, szeroka dostępność luster albo innych powierzchni, które odbijają obraz, pozwala ludziom oglądać samych siebie, gdy wykrzywiają usta albo doświadczają prawdziwych emocji. Takie fizyczne lustro dostarczą idealnych warunków dla Hebbowskiego uczenia się, ponieważ pozwalają odbierać doskonale zsynchronizowane wizualne informacje zwrotne. W tym procesie neurony kodujące widok ekspresji mimicznej zostałyby powiązane zarówno z programami motorycznymi wytwarzania tej samej ekspresji, jak i z somatosensorycznymi konsekwencjami tego, jakie to jest uczucie ruszać twarzą w określony sposób. Choć fizyczne lustro mogą odgrywać rolę w rozwoju dzieci w nowoczesnych społeczeństwach, jest mało prawdopodobne, że są niezbędnym warunkiem dla rozwoju podzielanych obwodów dla wyrazów mimicznych. Osoby wychowane w społecznościach, które mają bardzo ograniczony dostęp do luster, wykazują normalne wzorce rozpoznawania ekspresji mimicznych[91].

Po drugie, tendencja rodziców do imitowania wyrazów twarzy swoich dzieci pozwala dzieciom skupić się na imitowanej ekspresji mimicznej. Choć to zachowanie czasami sprawia, że rodzice wyglądają nieco absurdalnie, spełnia ważną funkcję dla dziecka, działając w zasadzie jak lustro i dostarczając odpowiednich warunków dla rozwoju systemu lustrzanego dla ekspresji mimicznych. Gdy dzieci doświadczają prawdziwych emocji, takich jak szczęście, smutek, nudności albo ból, wyraz mimiczny rodziców nie tylko imituje dowolne wyrazy mimiczne dziecka, ale również sprawia, że rodzic empatycznie współodczuwa stan dziecka, czy to uśmiechając się na widok zadowolonego dziecka, czy wyglądając na zmartwionego, czy nawet pogrążonego w bólu, jeśli dziecko płacze. W ten sposób podzielane obwody wyrazów mimicznych przenoszone są z rodzica na dziecko w międzypokoleniowej wymianie. Dziecko rozwija podzielane obwody dla ekspresji mimicznych, ponieważ jego rodzice imitują jego wyrazy mimiczne, a gdy dziecko samo z czasem zostaje rodzicem, przekazuje tę zdolność własnemu dziecku.

To samo tyczy się ruchu oczu. Oczy stanowią sygnał społeczny o olbrzymim znaczeniu. Patrząc komuś w oczy, możemy dowiedzieć się, na czym skupia on uwagę i tym samym wywnioskować, o czym ten ktoś myśli. Ale przecież nie obserwujemy ruchów własnych oczu, gdy je wykonujemy. Stanowi to kolejne wyzwanie dla Hebbowskiego uczenia się. Śledzenie spojrzenia to naturalna tendencja do spoglądania, na co stojąca naprzeciw nas osoba patrzy. Jeśli

rozmawiasz z kimś i ta osoba nagle spojrzy na coś po twojej prawej stronie, z pewnością zaczniesz spoglądać w tym kierunku, by sprawdzić, co przykuło uwagę twojego rozmówcy. Jeśli niemowlę spogląda w jakimś kierunku, rodzic śledzi wzrokiem spojrzenie dziecka, więc gdy dziecko spojrzy z powrotem na rodzica, zobaczy, że ruch jego oczu wystąpił symultanicznie ze zmianą konfiguracji oczu rodzica. Takie sekwencje ruchu mogą pomóc dziecku skojarzyć przesunięcie własnego punktu skupienia uwagi z przesunięciem pozycji kolorowej tęczy na białej twardówce oka rodzica.

Można by twierdzić jednak, że nawet jeśli rodzice imitują wyrazy mimiczne swoich dzieci dość często, pozostaje wiele przypadków, w których tego nie robią, co mogłoby prowadzić do mylnych Hebbowskich asocjacji. Istnieją jednak powody, by wierzyć, że takie mylne asocjacje nie powstają. Niemowlęta zwracają większą uwagę na bodźce, które przebiegają w czasie równoległe z ich własnym zachowaniem[92]<sup>[16]</sup>, co oznacza, że bardziej zwracają uwagę na wydarzenia, w których stają przed reakcjami dorosłych na ich własne reakcje. To zachowanie redukuje wpływ epizodów, w których nie ma przyczynowego związku pomiędzy wyrazem mimicznym dziecka a wyrazem mimicznym rodzica. W dodatku podczas imitacji widok zgodnych wyrazów mimicznych zdarzać się będzie *znacznie* częściej niż widok jakiegokolwiek innego wyrazu mimicznego, co silnie i selektywnie zwiększa zgodne połączenia synaptyczne. Poza imitacją wiele różnych wyrazów mimicznych zdarzy się podobnie często, gdy dziecko doświadcza konkretnej emocji, i nie ma zatem powodu, by sądzić, że jakiś konkretny wyraz mimiczny zostanie fałszywie skojarzony z wewnętrznym stanem dziecka. Istnieją pewne ważne wyjątki dotyczące drugiej sytuacji. Na przykład rozżłoszczony rodzic może obchodzić się z dzieckiem bardziej szorstko, co spowoduje, że wyraz mimiczny złości zostanie połączony nie ze stanem złości u dziecka, ale ze stanem smutku. Te wyjątki zdają się potwierdzać naszą hipotezę, ponieważ reakcja na rozżłoszczony wyraz twarzy jest często dwuznaczna – obejmuje zmieszane uczucia zwrotnej złości i smutku.

Trzeci czynnik, który ułatwia Hebbowskie uczenie się, to obecność zewnętrznych czynników, które w podobny sposób wpływają zarówno na niemowlę, jak i na otaczających je ludzi. Nieprzyjemny zapach może sprawić, że ludzie poczują obrzydzenie w tym samym czasie, a nieznośny hałas sprawi, że ludzie będą wyglądać na wystraszonych albo zaskoczonych w tej samej chwili.

Takie współdzielone doświadczenia powodują, że ekspresja mimiczna osób w otoczeniu dziecka odzwierciedla emocje tego dziecka.

### **Asocjacja somatosensorycznego oraz motorycznego odzwierciedlania**

Hebbowskie uczenie się może tłumaczyć różnorodne przypadki, w których jednostka dopasowuje swoje własne działania, odczucia i emocje do cudzych, i będzie również kojarzyć różne wewnętrzne aspekty swoich własnych działań z wewnętrznymi aspektami własnych emocji. Gdy wykonujemy działanie, aktywujemy nasze przedmotoryczne programy do wykonania tej czynności, widzimy i słyszymy nasze działanie, ale również odczuwamy somatosensoryczne konsekwencje tego działania. Na przykład nasza pierwszorzędowa oraz drugorzędowa kora somatosensoryczna stanie się aktywna podczas chwytania, ponieważ nasze stawy i mięśnie poruszają się w ciele, a nasze palce dotykają przedmiotów znajdujących się między nimi. Te somatosensoryczne konsekwencje są blisko związane z motoryczną komendą wykonania działania i z widokiem oraz odgłosem działania, co pozwala przewidywać, że gdy widzimy albo słyszymy działania innych ludzi, nie tylko aktywujemy naszą własną korę przedmotoryczną, ale również naszą własną korę somatosensoryczną oraz podzielimy odczucie tego, jak to jest wykonywać działanie z zarówno somatosensorycznego, jak i z motorycznego punktu widzenia. W serii zgrabnych eksperymentów Valeria właśnie to potwierdziła: kiedy łapiemy przedmiot, nie tylko aktywujemy nasze obszary motoryczne kory, które sprawiają, że wykonujemy działanie, ale również obszary pierwszorzędowej i drugorzędowej kory somatosensorycznej, które pozwalają nam odczuć, jak nasze ręce i dłonie poruszają się, gdy dotykamy przedmiotu, który chcemy chwycić, oraz jaki sam przedmiot jest w dotyku. Co ważne, gdy widzimy, że ktoś inny chwytą przedmiot, również aktywujemy nasze obszary somatosensoryczne kory w dodatku do obszarów motorycznych, jak gdybyśmy sami chwyтали przedmiot. Zważywszy, że somatosensoryczne obszary kory normalnie sprawiają, że odczuwamy ruchy własnego ciała oraz wrażenia wywołane przez przedmioty dotykające naszej skóry, ta pośrednia somatosensoryczna aktywność może być kluczowa do spowodowania, że odczuwamy to, co inni odczuwają, gdy wykonujemy ich działania[9, 19, 72, 93].

Hebbowskie łączenie sensorycznych i motorycznych komponentów może być szczególnie ważne w przypadkach wyrazów mimicznych. Biorąc pod uwagę to, że posiadamy dwa systemy motoryczne kontroli naszych wyrazów mimicznych, zimny oraz gorący, można się zastanawiać, który z tych dwóch powinien być wykorzystany, gdy obserwujemy wyrazy mimiczne innych osób. Perspektywa Hebbowska podpowiadałaby, że oba. Podczas wykonywania emocjonalnych wyrazów mimicznych, pewne somatosensoryczne neurony reprezentujące to, jakie to jest uczucie mieć kąciki ust podciągnięte do góry, wytworzą połączenia z neuronami w gorącym systemie motorycznym, które są związane ze spontanicznym uśmiechaniem się. Gdy celowo podnosimy kąciki ust, przedmotoryczne neurony odpalą jednocześnie z tymi samymi neuronami somatosensorycznymi. Celowe i emocjonalne programy motoryczne są odąd powiązane ze sobą za pośrednictwem somatosensorycznych neuronów. Wszystkie trzy są powiązane z widokiem podobnych wyrazów mimicznych, jak opisaliśmy wcześniej, i z doświadczaniem podobnych, leżących u ich podłoża emocji. Ta bogata sieć asocjacji jest prawdopodobnie powodem, dlaczego tak intuicyjnie odczuwamy, co dzieje się w otaczających nas ludziach i wiemy również, jak nasze własne wyrazy mimiczne wyglądają, nawet jeśli nie spoglądamy w lustro.

### **System lustrzany zmienia się w trakcie życia**

Prawdziwa siła Hebbowskiego stanowiska w kwestii podzielanych obwodów leży w ich immanentnej plastyczności. Gdyby podzielane obwody zależały wyłącznie od mechanizmów wrodzonych, ich zasięg byłby ograniczony do dzielania tych aspektów życia innych ludzi, które byłyby ważne dla naszego rozwoju ewolucyjnego. Nasz nowoczesny świat zmienia się jednak dynamicznie, a nasze rozumienie, co robią inni ludzie, musi nadążyć za tempem tej zmiany. Przekonaliśmy się już, jak niemowlęta potrafią uczyć się rozumieć chwytanie, doświadczając chwytania przez cztery minuty, ale istnieje również wiele przykładów takiej plastyczności w życiu dorosłych. Gdy słyszymy dźwięczenie i widzimy, że ktoś odblokowuje swojego smartfona, spogląda na ekran i wygląda na szczęśliwego, domyślamy się, że otrzymał SMS-a lub maila z miłą wiadomością. Trudno wyobrazić sobie, jak ewolucja przygotowałaby nas do empatyzowania z reakcjami na telefony komórkowe.

Granie na fortepianie jest dobrze przebadanym przykładem plastyczności w ramach systemu lustrzanego[94]. Neuronaukowiec Amir Lahav wraz ze współpracownikami z Harvardu zaprosili do udziału w eksperymencie dorosłych będących kompletnymi muzycznymi nowicjuszami, którzy nigdy nie grali na fortepianie. Następnie wyuczyli ich grania konkretnego utworu. Pierwszego dnia treningu uczestnikom zajęło około pół godziny, aby poprawnie wykonać utwór, a szkolenie powtarzane było przez pięć następnych dni. Uczestnicy słuchali również dwóch innych utworów skomponowanych albo z tych samych nut w innej kolejności, albo z całkiem nowych nut. Piątego dnia uczestnicy zostali przeskanowani podczas słuchania fragmentów tych trzech utworów. Mimo że wszystkie trzy utwory aktywowały słuchowe obszary mózgu, to tylko fragment, którego sami uczyli się grać, silnie aktywował przedmotoryczne „lustrzane” obszary, które przypominają te obszary, które w innych badaniach reagowały na wykonanie oraz odgłosy działania[9, 39, 40].

Eksperyment ten efektownie demonstruje, jak pięć dni praktyki, w ciągu których ruchy palców są kojarzone z dźwiękami fortepianu, zdają się tworzyć Hebbowskie asocjacje pomiędzy słuchowymi obszarami mózgu reprezentującymi dźwięki muzyki fortepianowej oraz przedmotorycznymi obszarami, które kodują motoryczne programy dla sekwencji ruchów palców. Tak skrajna plastyczność nadaje naszym podzielanym obwodom zdolność szybkiej adaptacji do wymagań ciągle zmieniającego się środowiska.

### **Dlaczego neurony lustrzane nie mogą być w całym mózgu**

Aby pomiędzy dwoma neuronami wystąpiło Hebbowskie uczenie się, te dwa neurony muszą wielokrotnie odpalać w jednym momencie i muszą być początkowo, choć słabo, połączone. Te dwa wymagania nakładają ograniczenia na to, gdzie w mózgu mogą pojawiać się neurony lustrzane. Jeśli posiadam dwa neurony, jeden reprezentuje wykonanie chwytania, a drugi widok chwytania niezależnego od perspektywy, z której jest wykonywane, to te dwa neurony dosłownie zawsze odpalają wspólnie, gdy obserwujemy nasze własne działanie. Hebbowskie uczenie się jest wówczas bardzo łatwe.

Z drugiej strony, jeśli rozważymy dwa różne neurony, pierwszy to neuron motoryczny w pierwszorzędowej korze motorycznej, reagujący, gdy konkretny



mięsień ramienia jest wykorzystywany, a drugi to wzrokowy neuron w pierwszorzędowej korze wzrokowej, który reaguje, gdy pionowe linie pojawiają się w konkretnym miejscu pola widzenia, to te dwa neurony mogą czasem odpalać wspólnie, ale w większości przypadków nie będą. Gdy ruch ramieniem sprawia, że moja ręką przetnie konkretne miejsce w moim polu widzenia, to odpalą wspólnie, ale wiele innych ruchów może przenieść moją rękę daleko od tego miejsca w polu widzenia, więc nigdy nie przetnie ona tego miejsca. Brak ścisłego sprzężenia pomiędzy aktywnością tych dwóch neuronów oznacza, że Hebbowskie uczenie się nigdy wiernie nie skojarzy tych dwóch neuronów.

W przeciwieństwie do tych stanów systemu wzrokowego, które zdarzają się bardzo blisko siatkówki, i w których widok cudzych działań aktywuje różne neurony w zależności od kąta, z którego je postrzegamy, w obszarach kory wzrokowej wyższego rzędu płata skroniowego, do którego docierają bardziej przetworzone dane z wcześniejszych etapów, neurony reprezentują konkretne działania niezależnie od kąta widzenia. W systemie ruchowym taka dystynkcja również istnieje. Przeciwnie jak w pierwszorzędowej korze ruchowej, gdzie chwytanie będzie angażować różne neurony w zależności od kierunku chwytania i tego, czy chwytanie dokonywane jest prawą czy lewą ręką, w przedmotorycznej korze i tylnym płacie ciemieniowym podobne sieci neuronów są zaangażowane w różne przypadki chwytania. Jest zatem bezpośrednią konsekwencją Hebbowskiego uczenia się, że neurony lustrzane wyłaniają się dokładnie pomiędzy połączeniami wyższej kory wzrokowej w płacie skroniowym, korą ciemieniową i korą przedmotoryczną.

## **Uczenie się przewidywania**

W naszym Hebbowskim scenariuszu pominęliśmy jeden ważny aspekt: czas. Kiedy twoja kora przedmotoryczna wydaje polecenia twojemu ciału, to aby komenda naprawdę wprowadziła w ruch twoje ciało, potrzeba czasu, podobnie jak potrzeba czasu, by ten ruch został przetworzony przez twoje oko i korę wzrokową. Te opóźnienia nie są olbrzymie, ale są mierzalne, wynoszą około 0,3 sekundy. Konsekwencją tego opóźnienia jest ważna. Jeśli sięgasz ręką po szklanę, by ją chwycić, do czasu, aż twój system wzrokowy wyśle informacje o twoim ruchu do kory przedmotorycznej, twoja kora już chwytą za szklanę. Tym, co razem

odpala, a zatem powinno wytworzyć między sobą połączenia z programem motorycznym *chwywania* jest więc widok *sięgania*. Oczywiście, samo chwywanie zajmuje więcej niż 0,2 sekundy, więc początek widoku chwywania nakłada się w czasie z końcem komendy motorycznej chwywania, ale opóźnienie w systemie gwarantuje, że widok działania jest również Hebbowsko skojarzony z motorycznym programem działania, które zwykle wkrótce po tym następuje. W rezultacie Hebbowskie asocjacje, które tworzymy w naszym systemie lustrzanym, nie są czystym odbiciem tego, co dochodzi do oka, ale przewidywaniem tego, co ludzie obok nas prawdopodobnie w następnej chwili zrobią. Te predykcje gwarantują, że zsynchronizujemy nasze zachowanie z cudzym, pomimo opóźnień w naszym mózgu.

## **Nauka uzupełniania**

Predykcyjna własność Hebbowskiego uczenia się ma dalsze konsekwencje. Jeśli wręczysz mi banknot 50\$, z radością to zaakceptuję i złapię go (dzięki!). Na ogół dawanie niezawodnie poprzedza branie. Moja motoryczna reprezentacja chwywania jest zatem aktywna w tym samym czasie, jak moja wzrokowa reprezentacja Ciebie wręczającego mi przedmiot, co przewiduje pojawienie się neuronów w korze przedruchowej, które są aktywne zarówno podczas wykonywania chwywania, jak i obserwowania wręczania. Takie neurony faktycznie zostały odnalezione[24]. Nie są one już neuronami lustrzanymi, ponieważ kojarzą z sobą różne działania, ale mogą być bardzo ważne dla interakcji społecznych i zdają się pochodzić z tej samej Hebbowskiej zasady.

## **Hebbowskie uczenie się sprawia, że podzielane obwody są zaskakująco proste**

Hebb zrewolucjonizował psychologię, pokazując, że możliwe jest wyjaśnienie umysłu, używając mechanistycznych procesów w mózgu. Neurony lustrzane i podzielane obwody wykorzystują te mechanizmy w poznaniu społecznym.

Neurony, które odpalają jednocześnie, wytwarzają między sobą połączenia – a także tworzą więzi między ludźmi, moglibyśmy dodać. Mózg musi łączyć wzrokowe, słuchowe, somatosensoryczne i przedmotoryczne obszary razem, ponieważ mózg musi planować działanie w oparciu o to, co widzi, słyszy i czuje.

Empatia jest zatem nieuniknioną konsekwencją Hebbowskiej plastyczności w tych połączeniach.

Jak dotąd, Hebbowskie stanowisko w poznaniu społecznym jest ciągle tylko teorią. By bezpośrednio zweryfikować jej poprawność, niezbędne będzie zmierzenie synaptycznych zmian w mózгах ludzi, podczas gdy rozwijają swoje zdolności do dzielenia działania i odczuć z innymi osobami. Jednakże już teraz wiemy, że empatia może, co do zasady, być wytłumaczona w prostych biologicznych kategoriach. Empatia, podzielane obwody i neurony lustrzane mogą po prostu być wyuczonymi asocjacjami, choć asocjacjami o prawdziwie niezwykłym potencjale.

## 9. Autyzm i niezrozumienie

Wszyscy traktujemy nasze społeczne intuicje jak coś oczywistego. Idziemy do kina na film i czujemy, co przechodzą bohaterowie. Dostrajamy się do umysłów otaczających nas ludzi, jak gdyby była to najbardziej naturalna zdolność. Ale u niektórych, takich jak osoby z autyzmem, ta zdolność jest zredukowana. Nawet osoby pozbawione takiego zaburzenia czasami wyciągają niepoprawne wnioski używając podzielanych obwodów. Biorąc pod uwagę te błędy, musimy zapytać, jakie są ograniczenia i pułapki podzielanych obwodów.

### Dziwny przypadek – literackie wprowadzenie do autyzmu

Powieść Marka Haddona *Dziwny przypadek psa nocną porą* dostarcza znakomitego wprowadzenia do społecznych deficytów autyzmu:

Nazywam się Christopher John Francis Boone. Znam nazwy wszystkich krajów świata, ich stolic i wszystkie liczby pierwsze aż do 7507. Kiedy poznałem Siobhan, pokazała mi taki obrazek:

:-(

Wiedziałem, że ten obrazek oznacza „smutny”, i tak właśnie się czułem, kiedy znalazłem martwego psa. Potem pokazała mi taki obrazek:

:-)

i wiedziałem, że ten obrazek oznacza „wesół”. Tak się czuję, kiedy czytam o kosmicznych wyprawach statku Apollo, albo kiedy o trzeciej czy czwartej nad ranem jeszcze nie śpię, spaceruję w tę i z powrotem po naszej ulicy i udaję, że jestem sam jeden na całym świecie.

A potem narysowała inne obrazki

[różne szczęśliwe, smutne, zmieszane, zaskoczone twarze]

ale nie potrafiłem powiedzieć, co znaczą.

Poprosiłem Siobhan, żeby narysowała dużo takich min i napisała przy nich, co każda z nich znaczy. Kartkę z rysunkami nosiłem przy sobie i wyciągałem z kieszeni, kiedy nie rozumiałem, co ktoś do mnie mówi. Było mi jednak bardzo

trudno wybrać rysunek, który by najbardziej przypominał czyjaś minę, bo ludzka twarz szybko się porusza i stale zmienia wyraz.

Kiedy opowiedziałem Siobhan, co robię, wzięła ołówek i kartkę, powiedziała, że przeze mnie ludzie czują się prawdopodobnie bardzo

[twarz zmieszana]

a potem się roześmiała. Dlatego podarłem i wyrzuciłem jej pierwszą kartkę. Siobhan mnie przeprosiła. Teraz, kiedy nie rozumiem, co ktoś do mnie mówi, proszę o wyjaśnienie albo odchodzę.

(M. Haddon, *Dziwny przypadek psa nocną porą*,  
tłum. M. Grabowska. Warszawa: Świat Książki, 2004).

Fikcyjna postać, Christopher Boone, cierpi na zespół Aspergera. Nie lubi być dotykany ani poznawać nowych ludzi, nie radzi sobie w zwyczajnej pogawędce, ale jest geniuszem matematycznym o bardzo logicznym mózgu, który uwielbia rozwiązywać zagadki, mające jasno określone odpowiedzi.

Autyzm właściwy oraz zespół Aspergera znajdują się w sercu rodziny zaburzeń rozwojowych, nazywanych „spektrum zaburzeń autystycznych”, które dotyczą około jednej osoby na sto pięćdziesiąt<sup>[17]</sup>.

Pomimo dekad badań nad biologicznymi przyczynami autyzmu, ciągle opieramy nasze diagnozy tych zaburzeń w całości na kryteriach behawioralnych: w pewnym momencie w ciągu pierwszych trzech lat życia, rozwojowa trajektoria tych dzieci zaczyna odbiegać od ich typowo rozwijających się kolegów i koleżanek. Oba typy pacjentów (autycy i aspergerowcy) wykazują ograniczone zainteresowania, powtarzalne zachowanie oraz – co dla nas najbardziej interesujące – deficyty w interakcjach społecznych. Osoby autystyczne dodatkowo nie rozwijają języka w takim wieku, w jakim robią to typowo rozwijające się dzieci. Współwystępowanie tych trzech pozornie rozłącznych problemów jest tym, co jest nazywane syndromem albo triadą zaburzeń autystycznych.

Dzieci autystyczne często dodatkowo cierpią na niepełnosprawność intelektualną. Siedemdziesiąt procent ma iloraz inteligencji (IQ) mniejszy niż 70 i są nazywane „nisko funkcjonującymi”. Pozostałe trzydzieści posiada IQ w zakresie od relatywnie normalnego do bardzo wysokiego i często świetnie radzi sobie w dziedzinach, które wymagają myślenia analitycznego, takich jak matematyka, fizyka czy inżynieria. Te trzydzieści procent będzie używać

intelektualnych strategii, by przezwyciężyć wiele deficytów swojego zaburzenia, są oni nazywani „wysoko funkcjonującymi”. Wysoko funkcjonujące osoby autystyczne zafascynowane są badaniem poznania społecznego, dowodzą one tego, jak bardzo rozumienie innych osób jest różną umiejętnością od rozumienia pozaspołecznego świata.

### **Autystyczne osoby mają ograniczone zainteresowania**

Pierwszą domeną symptomów związanych z autyzmem jest występowanie ograniczonego, sztywnego i powtarzalnego zachowania. Najniżej funkcjonujące osoby mogą nie robić wiele więcej poza kołtysaniem się w przód i w tył i trzepotaniem dłońmi. Wyżej funkcjonujące osoby wykazują ograniczone zainteresowania, na przykład dotyczące misji kosmicznych albo matematyki, jak Christopher Boone. Inni są zafascynowani kalendarzem i dniami w roku. Mój przyjaciel, belgijski psycholog Marc Thioux, opisał przykład Donny’ego, który ma 21 lat, cierpi na autyzm właściwy, a jego IQ wynosi około 70. Jeśli powiesz Donny’emu, że urodziłeś się 27 grudnia 1973 roku, zajmie mu około siedmiuset milisekund powiedzenie ci, że urodziłeś się w środę (mnie zajęło dziesięć minut dojście do tej samej konkluzji – z wykorzystaniem Google), i będzie miał rację w 97 procentach przypadków[95]. Osoby takie jak Donny, posiadające umiejętności, jakie wykraczają poza ich ogólne intelektualne zdolności, nazywane są „sawantami”, od francuskiego słowa oznaczającego „znający się na rzeczy”, „zorientowany”.

### **Osoby autystyczne zaniedbują świat społeczny**

Drugą cechą osób z autyzmem jest brak tego, co wszyscy bierzemy za coś oczywistego: intuicji społecznej. Dla nas twarze innych osób są fascynujące od najwcześniejszego okresu niemowlęcego. Dla osób z autyzmem twarze innych zwykle są względnie mało interesujące, a takie osoby często nie rozwijają poczucia powiązania, które jest tak typowe dla świata społecznego doświadczanego przez większość z nas.

To, jak odmiennie osoby autystyczne wykorzystują wskazówki społeczne, stało się oczywiste dzięki zgrabnemu eksperymentowi Ami Klin i jego współpracowników w Yale Child Study Center[96]. Zamiast badać poznanie

społeczne w bardzo sztucznej, aseptycznej sytuacji laboratoryjnej, postanowili oni wykorzystać bardziej złożony i życiowy bodziec – oglądanie klasycznego dramatu społecznego Hollywood *Kto się boi Virginii Woolf?* Dla większości z nas oczy innych ludzi są jedną z najcenniejszych wskazówek społecznych. Często wykrywamy kłamcę, ponieważ jego oczy dają tylko przelotne spojrzenia, zaś mężczyzna wie, że kobieta jest w nim zakochana, ponieważ jej spojrzenie zatrzymuje się na jego oczach nieco dłużej niż normalnie. Ami podejrzewał, że osoby z autyzmem nie dzielą tej preferencji wobec oczu. To, co badacze odkryli, potwierdziło ich przypuszczenia. Typowo rozwijające się osoby skupiały wzrok na oczach aktorów przez niemal 70 procent czasu, przeskakując pomiędzy spojrzeniami i twarzami różnych aktorów. Osoby autystyczne poświęcały tylko 20 procent czasu patrząc na oczy i znacznie chętniej przyglądały się ustom aktorów oraz różnym obiektom na scenie.

Brak zainteresowania twarzą i oczami u autystycznego dziecka oznacza, że w ciągu kolejnych lat rozwoju wystąpi mniej szans na Hebbowskie uczenie się, co może prowadzić do opóźnienia w rozwijaniu asocjacji pomiędzy własnymi emocjami dziecka oraz stanami uwagowymi, wyrazami mimicznymi i kierunkiem spojrzenia innych osób. Biorąc pod uwagę to, jak wielki wpływ może mieć zaledwie pięć godzin treningu na asocjacje pomiędzy dźwiękiem muzyki i graniem na fortepianie[94], możemy tylko wyobrazić sobie, jak doniosły może być wpływ trwającej całe życie, systematycznej różnicy w wystawianiu się na zgodne sygnały społeczne.

### **Czy podzielane obwody są upośledzone w przypadku autyzmu?**

Przez jakiś czas wielu badaczy sądziło, że to „ozieźbły” rodzic, tak zwana „matka lodówka”, prowadzi do tego, że dziecko staje się autystyczne. Obecnie badania z udziałem bliźniąt wykazały, że najważniejszą przyczyną autyzmu są czynniki genetyczne. Badania z udziałem bliźniąt są prowadzone często, ponieważ bliźnięta mogą rozwijać się z tego samego jaja, zatem będą mieć takie samo DNA, albo z dwóch jaj, a w takim przypadku dzielą tylko połowę swojego DNA, tak jak zwyczajne rodzeństwo. Jeśli autyzm powodują wyłącznie czynniki środowiskowe, konkordancja, to znaczy prawdopodobieństwo, że oboje bliźniąt będzie cierpieć na autyzm, jeżeli u jednego z nich to zaburzenie występuje, powinno być bardzo

podobne dla jednojajowych oraz dwujajowych bliźniąt. Jeśli przyczyną są geny, bliźnięta jednojajowe powinny wykazywać znacznie wyższą konkordancję. W przypadku autyzmu konkordancja u bliźniąt jednojajowych może przewyższać 90 procent, podczas gdy u bliźniąt dwujajowych jest mniejsza niż 10 procent. Tak dramatyczna różnica wskazuje, że coś w DNA osób autystycznych sprawia, że ich mózg rozwija się w tak niezwykły sposób, który uniemożliwia im rozwój społecznej intuicji, przez większość z nas uważanej za oczywistą.

Coraz większą liczbę badaczy, w tym mnie samego, intryguje pytanie, czy dysfunkcja neuronów lustrzanych i podzielanych obwodów może pomóc nam zrozumieć biologiczną przyczynę autyzmu[97–103]. Możliwość tę starano się zbadać stosując dwa podejścia. Po pierwsze, jeśli coś jest nie tak z podzielanymi obwodami przy autyzmie, możemy się spodziewać, że osoby autystyczne będą wykazywać raczej oczywiste nieprawidłowości w rozwoju własnych zdolności do imitacji zachowania innych, wliczając w to cudze celowe działania cielesne oraz wyrazy mimiczne. Po drugie, spodziewalibyśmy się, że eksperymenty, które mierzą aktywność w podzielanych obwodach za pomocą fMRI lub innych technik neuroobrazowania, wykażą zmniejszoną aktywność u osób z autyzmem w porównaniu z grupą kontrolną, złożoną z osób zdrowych.

### **Osoby autystyczne mniej imitują**

U dzieci i dorosłych z autyzmem zjawisko imitacji było badane dość rozlegle. Konkluzją tych wszystkich badań jest to, że dzieci z autyzmem imitują mniej. Jeśli typowe dziecko widzi inną osobę bawiącą się nową zabawką w szczególny sposób, na przykład pchając zabawkowy samochodzik w przód i w tył, wydając jednocześnie odgłosy „brum, brum”, to spontanicznie odtworzy obserwowane działanie. Znacznie mniej prawdopodobne jest, że dziecko autystyczne zachowa się tak samo.

To samo tyczy się wyrazów mimicznych. Większość z nas wykazuje tzw. zgodną reakcję mięśni twarzy, gdy obserwujemy wyraz mimiczny jakiejś osoby – marszczymy brwi, gdy widzimy emocję złości i uśmiechamy się, gdy widzimy kogoś, kto się uśmiecha. Reakcje niezgodne są dokładnie odwrotne. U typowych dzieci reakcje zgodne występują w około 70 procentach przypadków, ale u dzieci autystycznych tylko w 35 procentach czasu.



Działania cielesne i wyrazy mimiczne innych osób wpływają zatem na osoby autystyczne słabiej niż na większość z nas. Przyjmując, że na nasze poczucie połączenia z innymi ludźmi w ogromnej mierze wpływa to, jak silnie oni odzwierciedlają nasze działania i emocjonalne wyrazy mimiczne, ta zredukowana skłonność wpłynie na sieć społeczną osób autystycznych w negatywny sposób.

Przypadek dzieci autystycznych prowokuje do postawienia pytania, dlaczego rzadziej angażują się one w mniej jawne imitacje twarzy i ciała. Możliwe są dwie odpowiedzi. Albo nie są one w stanie imitować, albo w mniejszym stopniu wykorzystują swoją nienaruszoną zdolność imitacji. Ogólnie wydaje się, że ich zdolność do imitacji jest względnie zachowana. Na przykład jeśli bezpośrednio poprosi się dziecko, by imitowało cudzy wyraz mimiczny, to zarówno typowo rozwijające się dziecko, jak i dziecko autystyczne, konsekwentnie wykona zgodne wyrazy mimiczne[104].

W przypadku cielesnego działania wygląda to dokładnie tak samo, jak wraz ze współpracownikami wykazała brytyjska psycholożka poznawcza Antonia Hamilton. Wykorzystując zadanie zaprojektowane przez mojego kolegę, holenderskiego psychologa Harolda Bekkeringa[103, 105], zespół Hamilton umieścił dzieci autystyczne oraz grupę kontrolną (złożoną ze zdrowych dzieci) przy stole, a naprzeciw nich siadał eksperymentator, który prosił dzieci, by robiły dokładnie to, co on. Na stole leżały cztery tarcze w kształcie dysku. Eksperymentator najpierw dotknął jednej z tarcz leżącej naprzeciw niego. Jeśli dotknął prawej tarczy swoją prawą ręką, albo lewej tarczy lewą ręką, większość zarówno zdrowych, jak i autystycznych dzieci sięgała w kierunku odpowiedniej tarczy. Jeśli eksperymentator następnie dotknął lewej tarczy prawą ręką albo prawej tarczy lewą ręką, znów większość autystycznych oraz zdrowych dzieci dotykała poprawnej tarczy w większości przypadków, wykazując dobre rozumienie celów działania dorosłego, ale w około połowie przypadków w obu grupach dzieci używały złej ręki, zwykle tej, która była bliżej tarczy. Poprawnie reprodukowały one *cel* działania, ale używały *sposobu* innego niż ten, którego użył eksperymentator, sposobu, który wydawał się być lepszy w kontekście realizacji celu.

Z podobną preferencją osiągania obserwowanych celów, a nie imitowania sposobu, w jakim cel jest osiągniany, spotkaliśmy się już wtedy, gdy osoby badane urodzone bez rąk aktywowały swoje reprezentacje stóp podczas obserwacji

czynności wykonywanych rękami przez innych ludzi, co sugeruje, że mentalnie symulują one cel obserwowanych działań, ale używają najbardziej odpowiedniego sposobu do jego osiągnięcia, nawet jeśli nie odpowiada on obserwowanemu sposobowi[93]. Fakt, że dzieci autystyczne są równie podatne na to preferowanie celów wskazuje, że ich mózg analizuje celowe działania podobnie jak mózg osób nieautystycznych.

Choć zdolność do imitacji celowych działań, takich jak chwytanie tarczy czy uśmiechanie się do kogoś, pozostaje nietknięta, wiele eksperymentów pokazuje, że imitacja *bezczelowego* zachowania (na przykład wyciąganie ręki z dłonią skierowaną do góry oraz ze zgiętym do siebie kciukiem i małym palcem ręki bez żadnego oczywistego celu) u małych dzieci cierpiących na autyzm jest osłabiona. Jednakże z wiekiem zjawisko to często zanika[101, 106–108].

Badania te przynoszą więc dwie wiadomości. Osoby autystyczne są zdolne do imitowania działania oraz wyrazów mimicznych, choć spontanicznie robią to rzadziej. Ich trudności w tym zakresie maleją jednak wraz z wiekiem.

### **Neuroobrazowanie w celu ilościowego określenia aktywacji systemu lustrzanego w przypadku autyzmu**

Korzystając z różnorodnych metod (elektroencefalografii, magnetoencefalografii i fMRI) naukowcy zbadali, czy system lustrzany działania reaguje słabiej u osób autystycznych. Odkryto, że osoby autystyczne wykorzystują swój system motoryczny słabiej niż osoby zdrowe, jeśli widzą powtarzające arbitralne czynności (na przykład zaciskanie i rozwieranie pięści na przemian przez jakiś czas)[99], ale jeśli takie czynności są rzadziej powtarzane, różnice maleją[100]. Jeśli osoby autystyczne obserwują celowe działanie (manipulowanie przedmiotem), wykorzystują swoje systemy motoryczne w równym stopniu co osoby rozwijające się w typowy sposób[109, 110].

Mirella Dapretto i jej współpracownicy z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Los Angeles sprawdzili, czy osoby autystyczne wykazują słabsze aktywacje w motorycznych i emocjonalnych obszarach mózgu, gdy oglądają i imitują ekspresje mimiczne[97, 98]. Odkryli oni, że podczas obserwacji ekspresji mimicznych typowo rozwijające się dzieci aktywowały obszar kory przedmotorycznej oraz kory wyspy w dodatku do obszarów wzrokowych

wyższego rzędu, co pokrywa się z wynikami naszych eksperymentów na dorosłych osobach[51, 59, 61]. Jednak osoby autystyczne nie aktywowały tych obszarów równie silnie – odkrycie to współgra z obserwacją, że autystyczne dzieci również mniej spontanicznie dokonują mimikry twarzy. Zgodnie z faktem, że nie są one *zdolne* do celowej imitacji twarzy, jeśli poprosi się dzieci autystyczne, by imitowały ekspresje mimiczne podczas skanowania ich mózgu, to aktywują one swoją korę wzrokową, dolną korę ciemieniową i korę przedmotoryczną bardzo podobnie jak typowo rozwijające się osoby, ale słabiej aktywują obszary kory wyspy oraz brzuszno-tylną korę przedmotoryczną. Sugeruje to, że u dzieci autystycznych pewne aspekty ich motorycznej symulacji oraz emocjonalnej reakcji pozostają mniej intensywne niż u dzieci zdrowych.

Jedną z moich doktorantek, Jojanneke Bastiaansen, moi współpracownicy z laboratorium i ja przeprowadziliśmy podobny eksperyment, tyle że z udziałem dorosłych autyków[111]. Nasi uczestnicy oglądali filmy z nagraniami różnych ekspresji mimicznych, wliczając w to obrzydzenie, a następnie doświadczali nieprzyjemnych smaków, dla wywołania stanów emocjonalnych, leżąc w skanerze. Aby zmapować części ich mózgow, które są odpowiedzialne za wytwarzanie ekspresji, prosiliśmy ich również o wykonywanie ekspresji mimicznych. Przeciwnie jak w eksperymencie Dapretto i jej współpracowników z udziałem autystycznych dzieci, w naszym eksperymencie okazało się, że dorośli autycy ogólnie wykorzystywali swój emocjonalny obszar kory wyspy i swoje obszary motoryczne przynajmniej równie silnie, jak nieautystyczni dorośli (kilkoro starszych osób autystycznych w rzeczywistości aktywowało je silniej niż osoby z grupy kontrolnej). Zaś przyśrodkowe obszary przedczołowe, związane ze świadomym rozmyśleniem o innych ludziach, dorośli autycy aktywowali silniej niż większość z nas. Intrygujące było jednak to, że choć aktywacje w motorycznych obszarach słabły z biegiem czasu u zdrowych osób, to u autyków było zupełnie na odwrót. Aktywność systemu lustrzanego najmłodszych osób autystycznych w naszym badaniu, około osiemnastego roku życia, była anormalnie niska, ale stabilnie rosła wraz z wiekiem – u około 30-latków do poziomu porównywalnego z osobami zdrowymi. Ten efekt związany z czasem wyjaśnia, dlaczego Mirella odkryła obniżoną aktywność systemu lustrzanego u dzieci, zaś my nie spotkaliśmy tego samego deficytu u dorosłych w średnim wieku. Wydaje się więc, że w przypadku autyzmu system lustrzany nie jest zepsuty, ale po prostu opóźniony.

Zgodnie z tą ideą, jako że aktywność systemu lustrzanego rośnie wraz z wiekiem w naszej grupie badanej, to samo dzieje się z funkcjonowaniem społecznym tych osób: starsze osoby o większej aktywności systemu lustrzanego miały także więcej przyjaciół i były bardziej zdolne do utrzymania się na stanowisku pracy. To współgra z odkryciami innych zespołów badawczych, które sugerują, że także problemy z imitacją znikają u osób autystycznych wraz z wiekiem[101, 106–108]. Potrzebne będą dalsze eksperymenty, by ustalić kiedy dokładnie osoby autystyczne wykazują mniej intensywne aktywacje swoich podzielanych obwodów i w jaki sposób te różnice zanikają wraz z wiekiem.

Tym, co mnie najbardziej ekscytuje w tej związanej z wiekiem normalizacji aktywności lustrzanej i społecznego funkcjonowania w autyzmie jest to, że pokazuje ona, iż wysoko funkcjonujące mózgi autystyczne posiadają mechanizmy, które sytują osoby autystyczne na ścieżce prowadzącej do doskonalszej społecznej integracji. Badając naturę mechanizmów, które normalizują aktywność lustrzaną, możemy zatem wypracować jakiś naturalny proces, który terapeuci mogliby stosować, by przyspieszyć poprawę jakości życia osób autystycznych.

### **Autyzm nie polega na rozbitym lustrze – jest bardziej skomplikowany**

Współcześnie nadal możemy tylko spekulować, co dokładnie w mózgach autyków sprawia, że środowisko społeczne jest dla nich mniej wciągające i mniej intuicyjnie zrozumiałe. Wiele odkryć sugeruje jednak, że mózgi osób autystycznych stoją przed bardziej ogólnymi wyzwaniem, które wykraczają poza system lustrzany.

Pomysłowe badania genetyczne wykazały, że niektóre osoby autystyczne mają problem z dwiema rodzinami białek nazywanych neureksynami i neuroliginami. Cząsteczki te są białkami adhezyjnymi komórek, które pomagają w sklepaniu dwóch neuronów w połączeniach synaptycznych, przez które się komunikują, i są kluczowe dla zmian następujących podczas Hebbowskiego uczenia się, regulując jak silnie dwa neurony mogą komunikować się poprzez daną synapsę[112]. Za pomocą metod, które badają, jak silnie różne obszary mózgu są połączone ze sobą w funkcjonującym mózgu, odkryto, że autystyczne mózgi zdają się być słabiej zaopatrzone we wzajemne połączenia, niż mózgi typowe[113–115]. Słabsza

integracja mózgu miałaby szerokie konsekwencje dla wielu aspektów jego funkcjonowania, ale również wpłynęłaby na stopień, w jakim działania, emocje i wrażenia innych ludzi, reprezentowane w sensorycznych obszarach mózgu, mogłyby być integrowane z działaniami, emocjami i wrażeniami właściciela tego mózgu.

Osoby autystyczne nie tylko przetwarzają bodźce społeczne w inny sposób, ale również zwracają na nie mniejszą uwagę. Rzadziej patrzą w oczy innych osób[96] i, w przeciwieństwie do większości z nas, preferują również sztuczne dźwięki zamiast ludzkiego języka[116]. Co ciekawe, struktura mózgu nazywana ciałem migdałowatym, zlokalizowana w płacie skroniowym, odgrywa kluczową rolę w kierowaniu uwagi typowych osób na bodźce społeczne[117], i to właśnie ta struktura zdaje się rozwijać nieprawidłowo u osób z autyzmem.

Zbierając te grupy dowodów razem, wydaje się prawdopodobne, że osoby autystyczne posiadają dwa fundamentalne deficyty. Ich mózg kieruje ich uwagę rzadziej w stronę świata społecznego i również rzadziej tworzy asocjacje pomiędzy procesami, które zdarzają się w różnych obszarach mózgu. Hebbowskie uczenie się jest zakłócone, dziecko staje się więc słabiej połączone społecznie, a jego system lustrzany jest opóźniony. Proces ten jest dalej pogarszany przez rodziców, którzy, sfrustrowani brakiem reakcji, mają mniejszą motywację do angażowania się w gry imitacyjne z dzieckiem. W rezultacie dostarczają oni *mniejszej* ilości doświadczeń edukacyjnych, podczas gdy w rzeczywistości dziecku potrzeba ich *więcej*. Podobną logikę można stosować do rozwoju języka.

Widzieliśmy, że hamujące Hebbowskie asocjacje z kory przedmotorycznej do wzrokowej mogą odpowiadać za tłumienie własnego działania dziecka, więc jeśli proces powstawania takich asocjacji zostanie opóźniony, własne działanie dziecka pozostanie nieprawidłowo uwydatnione. Trzepotanie rękami i kołysanie się mogą odzwierciedlać to zjawisko, sugerując, że dla osób autystycznych doświadczanie ich własnych działań jest bardziej satysfakcjonujące, ponieważ ich mózg nie potrafi powstrzymać sensorycznych konsekwencji tych działań.

Jeśli byście mnie zapytali, czy deficyty w dziedzinie społecznej w autyzmie są spowodowane przez problemy z funkcjonowaniem podzielanych obwodów, musiałbym szczerze wam odpowiedzieć, że jeszcze tego nie wiem. Istnieją dowody na to, że autyzm może mieć wiele pierwotnych przyczyn, wliczając w to kwestie związane z uwagą oraz połączeniami, które wpływają na mózg dość

ogólnie. Wydatną manifestacją tych przyczyn może być opóźniony rozwój Hebbowskich asocjacji, które są konieczne dla wyłonienia się typowych podzielanych obwodów. Taki opóźniony rozwój mógłby tłumaczyć opóźnienie w nabywaniu zdolności do imitowania, a przez to również mógłby wpłynąć na wiele aspektów społecznego poznania, które zależą od intuicyjnego poczucia, że inne osoby czują i działają podobnie do mnie. Takie opóźnienie mogłoby być odpowiedzialne za część społecznych upośledzeń powszechnych w spektrum autystycznym i mogłoby również zahamować typowy rozwój języka. Zgodnie z tym tokiem rozumowania, podzielane obwody z pewnością pojawiają się w autyzmie, ale nie funkcjonują w pełni. W autyzmie lustro podzielanych działań, emocji i wrażeń nie jest „rozbite”, ale jedynie nieco przymglone i opóźnione. Terapie, które celują w pomoc autystycznemu mózgowi w jak najwcześniejszym rozwoju silniejszych podzielanych obwodów, mogą być bardzo korzystne dla rozwoju normalnych funkcji społecznych.

### **Hebbowska terapia może być pomocna w autyzmie**

Dowody na zakłóconą plastyczność synaptyczną w tworzeniu połączeń przynajmniej u niektórych osób autystycznych sugerują, że autystyczne dzieci mogą potrzebować więcej doświadczeń dopasowywania własnych doznań i działań z cudzymi, by osiągnąć poziom Hebbowskiego uczenia się, konieczny dla rozwoju typowych podzielanych obwodów. Można rozważyć kilka podejść w pomocy autystycznym dzieciom w rozwijaniu podzielanych obwodów.

Po pierwsze, imitacja powinna być wzmocniona. Autystyczne niemowlęta i dzieci powinny przebywać we wzbogaconym środowisku społecznym jeśli chodzi o możliwości działania, na przykład przez zachęcanie rodziców do częstszego imitowania zachowania dziecka. W dodatku dzieci powinny być zachęcane do imitacji, co może je motywować do zwracania uwagi na działania, wyrazy mimiczne i emocje innych ludzi.

Psycholog dziecięca Brooke Ingersoll i jej współpracownicy z Uniwersytetu Stanowego Michigan rozwinęli naturalistyczną terapię, której celem są dokładnie te zagadnienia, choć jedynie pod kątem działania, a nie ekspresji mimicznych. W pierwszej fazie terapii, która trwa około dwóch tygodni, terapeuta imituje podczas zabawy dziecko, aby stworzyć różne współzależności. Jeśli dziecko bawi

się samochodzikiem, to rodzic albo terapeuta będzie bawił się drugą taką samą zabawką w identyczny sposób. Następnie terapeuta stwarza szanse dziecku do imitowania, demonstrując nowe sposoby używania zabawki, którą malec się aktualnie bawi. Jeśli dziecko zaczyna naśladować to zachowanie, terapeuta chwali je, tak aby wzmocnić to zachowanie. Terapeuta będzie również towarzyszył dziecięcej zabawie wygłaszając werbalne komentarze, by pomóc dziecku powiązać własne działania z językiem. Wprowadzone są także gesty, a ich imitacja przez dziecko również jest wzmocniana[118]. Wszystkie te czynniki łączą się, wzmacniając tendencję dziecka do wykorzystywania własnych podzielanych obwodów w sytuacjach społecznych.

Choć to dopiero początki takiej formy terapii, to celuje ona dokładnie w te dziedziny, na których sugerowałaby skupić się Hebbowska teoria podzielanych obwodów. W badaniu w małej skali terapia wykazała zachęcające rezultaty, nie tylko jeśli chodzi o zwiększoną częstość spontanicznej imitacji, ale również lepsze posługiwanie się językiem oraz częstsze kierowanie uwagi na ten sam przedmiot, na którym skupiają się rodzice (to tzw. dzielona lub podzielana intencjonalność). Takie terapie są szczególnie obiecujące, jeśli nie są ograniczone do praktyki terapeutycznej. Również rodzice mogą nauczyć się posługiwać tymi technikami, by odpowiednio wzbogacić środowisko domowe dziecka[119], co jest szczególnie istotne, jeśli stwierdzi się, że problemy w autyzmie nie są ograniczone do imitacji i podzielanych obwodów, ale interwencje muszą być wymierzone w różnorodne dziedziny poznania i zachowania. Terapie również muszą sprzyjać intelektualnym zdolnościom poza dziedziną społeczną, które będą niezbędne dla osiągnięcia sukcesu zawodowego u dorastających osób autystycznych. Brooke i jej współpracownicy prowadzą obecnie wielkoskalowe badanie, obejmujące 60 dzieci, które dostarczy bezcennych informacji o skuteczności takiego podejścia terapeutycznego.

Poza dodatkowymi interakcjami międzyosobowymi można także umieścić duże lustro w miejscu, gdzie dziecko się bawi. Rodzice mogą zwracać uwagę dziecka na jego własne wyrazy mimiczne odbijające się w lustrze, gdy dziecko doświadcza pozytywnych lub negatywnych emocji, ze szczególnym uwzględnieniem górnych części twarzy, jako że najczęściej osoby autystyczne pomijają oczy.

Za pomocą komputerów możliwe byłoby rozwijanie wzrokowo-motorycznych powiązań. Na przykład gra komputerowa wyświetlałaby ekspresję mimiczną,

a jeśli dziecko zdołałoby ją naśladować w czasie od siedmiuset milisekund do sekundy, gracz otrzymywałby punkty i oglądałby wciągającą animację. Dziecko mogłoby otrzymać polecenie, by wykonać pewne wyrazy mimiczne do kamery komputerowej, a w tym czasie monitor wyświetlałby obraz z kamery na żywo albo nagrania wcześniejszych ekspresji mimicznych z tej samej kategorii. Następnie dziecko mogłoby zostać poproszone o wskazanie, czy na ekranie wyświetlił się obraz przesyłany na żywo, czy wcześniej wykonane nagranie. Obraz wyświetlany mógłby być tak zaaranżowany, by zachęcał do przyglądania się zwłaszcza górnej części twarzy. Pułapką takich zabiegów z wykorzystaniem gier komputerowych jest to, że mogłyby rozwinąć umiejętności celowej imitacji, ale prawdopodobnie nie poprawiłyby zdolności dziecka do spontanicznego imitowania poza kontekstem gier. Powinny być więc stosowane przede wszystkim w przypadkach, gdy dziecko ma trudności z celową imitacją, a nie wtedy, gdy dziecko potrafi imitować, ale nie robi tego w sposób spontaniczny.

Wreszcie, najważniejszym czynnikiem, nie tylko dla osób autystycznych, ale także dla zdrowo rozwijających się dzieci w ogóle, jest prawdziwa, wzajemna interakcja społeczna. Niestety, dzieci spędzają coraz więcej godzin dziennie przed ekranem telewizorów. W przeciwieństwie do prawdziwych osób, które reagują na czynności i emocje dziecka, ekran telewizyjny tego nigdy nie robi. Najbardziej martwi mnie nie to, że telewizja sama w sobie ma negatywny wpływ na rozwój dziecka, ale to, że każda godzina spędzona przed ekranem telewizora to godzina mniej naprzeciw żywej istoty ludzkiej, która reaguje na zachowanie dziecka. To znacząco redukuje szanse doświadczenia, że obserwowane ruchy twarzy i ciała są zgodne z własnymi stanami dziecka i może utrudniać prawidłowy rozwój podzielanych obwodów poprzez Hebbowskie uczenie się. Dla osób autystycznych, których mózg może być mniej biegły w przetwarzaniu takich asocjacji we wzmocnione połączenia synaptyczne, utrata szans edukacyjnych może być szczególnie szkodliwa. Fakt, że osoby autystyczne mogą być mniej wewnętrznie zafascynowane bodźcami społecznymi, tylko pogarsza tę sytuację, ponieważ mogą one nie poszukiwać aktywnie społecznych kontaktów i mogą przez to być jeszcze bardziej skłonne do zastępowania interakcji społecznych pozbawionymi wzajemności niespołecznymi aktywnościami.

**Czy rozbite lustro to złamane serce?**



Widzieliśmy, jak zdrowe osoby spontanicznie wykorzystują swoje podzielane obwody i jak osoby z autyzmem zdają się to robić w mniejszym stopniu, mając wrażenie, że środowisko społeczne jest mniej intuicyjne. Dysfunkcje podzielanych obwodów nie są ograniczone jedynie do spektrum zaburzeń autystycznych. W naszym normalnym życiu zdarzają się sytuacje, w których podzielane obwody nas okłamują. Pamiętam taką jedną z mojego życia bardzo dobrze.

Działo się to latem 2000 roku. Jechaliśmy z Antonellą, moją ówczesną dziewczyną, na wesele przyjaciela. Był to gorący letni dzień w Piemoncie, a my tradycyjnie byliśmy spóźnieni, ale żartowaliśmy tylko z tego powodu. Otworzyłem okno starej lancii ypsilon i poczułem cudowny, ciepły wiatr. Dało się słyszeć kojące dźwięki cykad. Było mi dobrze, ale szczęście nie miało potrwać długo. Zupełnie z niczego, zaczęliśmy z Antonellą poważną awanturę. Powiedziała mi, że ma dosyć tego, że nigdy nie jest w stanie się ze mną o nic pokłócić. Nie ma niczego złego w tym, żeby choć czasami się ze sobą nie zgadzać – stwierdziła. Potrzebowała mężczyzny, na którego mogłaby czasami ponarzekać. Zakończyła, że dalej tak być nie może.

Byłem zaskoczony. Zupełnie nie przewidziałem czegoś takiego. Myślałem, że spędzamy cudownie miły dzień, a ona zdawała się równie radosna, jak ja. A jednak od jakiegoś czasu coś się w niej gotowało. Moje poczucie szczęścia zmieniło się w bolesne odczucie dystansu. Przypomniałem sobie, jak wiele z tego, co działo się w jej wnętrzu, nie było dla mnie intuicyjnie zrozumiałe. Takie epizody zdarzały się coraz częściej, a moje poczucie harmonicznego, empatycznego dostrojenia powoli się rozpadało. Z czasem doprowadziło to do zakończenia naszego związku.

Podaję, że tamtego dnia, a także przy wielu innych okazjach, gdy towarzyszyło mi podobne uczucie, zawiodło to, że moje podzielane obwody, które są podporą intuicji społecznej i poczucia dostrojenia, wykorzystywały moje własne sposoby odczuwania i działania, by odczytać umysł Antonelli. Moje podzielane obwody zinterpretowały jej reakcje w świetle mojego własnego poczucia szczęścia w samochodzie, przyjemności związanej z pogodą i skojarzeń z kojącą muzyką cykad. Mój błąd polegał na zaufaniu temu intuicyjnemu odczuciu współdzielonego szczęścia, nawet jeśli jej uśmiech mógł być po prostu przejawem kurtuazji.

Ale problem był o wiele głębszy niż chwilowa błędna projekcja mojego błogostanu. Wszyscy cierpimy z powodu egocentrycznego uprzedzenia. Podzielane obwody nie są magiczne; sprawiają, że interpretujemy inne osoby w świetle własnych działań, wrażeń i emocji. Jeśli twoje stany wewnętrzne fundamentalnie różnią się od stanów osoby z naprzeciwka, podzielane obwody sprawiają, że poczujesz coś, czego ta druga osoba w rzeczywistości nie doświadcza. W takich sytuacjach lustro podzielanych obwodów nas okłamuje. Gdy zachowanie Antonelli uświadomiło mi, jak tamtego dnia w samochodzie, że moja intuicja była bardzo odległa od jej stanu psychicznego, poczułem się oślepiiony, okaleczony i zraniony, pozbawiony najbardziej przenikliwego zmysłu społecznego, jakim dysponujemy. Tym, co mi zostało, był abstrakcyjny zbiór reguł, których starałem się używać, by poruszać się przez nasz związek i trzymać się daleko od kryzysów. To było poczucie podobne do tego, jakiego doświadczenie w swoich kontaktach społecznych raportują osoby autystyczne. Zacząłem się ostro kłócić z Antonellą, co jakiś czas, nie dlatego, że *czułem*, iż mam rację (osobiście przedkładałam zgodę nad kłótnię), ale ponieważ mój świadomy umysł przechowywał regułę: „Antonella potrzebuje co jakiś czas awantury, a ponieważ od ostatniej upłynęło sporo czasu, należy wszcząć następną”. Świadome nawigowanie w ten sposób nie tylko mnie wykańczało, ale odgadywanie, czego ona chciała, nigdy tak naprawdę mi nie wychodziło. Kiedy musiałem polegać na regułach, nigdy nie odczuwałem jej pragnień tak trafnie i spełnianie ich zawsze wymagało znacznie więcej wysiłku. Zdaje się, że nic nie może zastąpić dokładności *poczucia*, czego druga osoba potrzebuje.

Teraz, gdy jestem z Valerią, wiem, jak bardzo myliłem się wierząc, że taki brak dostrojenia może być w bliskim związku czymś zupełnie normalnym. Moja intuicja powróciła i czuję, gdy Valeria jest szczęśliwa albo smutna, a także intuicyjnie odczuwam dlaczego. Moje podzielane obwody obecnie znów są cennym źródłem informacji. Zamiast wysysającego energię świadomego planowania, które musiałem wykonywać z Antonellą, czuję narastającą energię za każdym razem, gdy bez wysiłku dzielimy radości i smutki. Mityczny obraz miłości, jako połączenia dwóch oddzielonych połówek duszy, staje się namacalny dzięki gładkiemu połączeniu naszych podzielanych obwodów: ona staje się częścią mnie, a ja jej. Z nikim innym nie jestem w stanie odczuć równie głęboko, że

ludzie są społecznymi zwierzętami związanymi ze sobą potężnymi połączeniami dzielanych obwodów.

## **Ciągnie swój do swego**

W ciągu ostatnich dekad przeprowadzono wiele badań eksperymentalnych nad czynnikami, które określają, jakie osoby uznajemy za atrakcyjnych partnerów i z jakimi moglibyśmy stworzyć udane małżeństwo. Wszystkie te badania zostały zebrane i zgrabnie opisane w książce niemieckiego psychologa i pisarza Basa Kasta[120]. Psychologia potoczna głosi dwa przeciwstawne poglądy na temat związków. Niektórzy twierdzą, że „przeciwności się przyciągają” i że konsekwentnie poszukujemy partnerów obdarowanych dopełniającymi nas przymiotami. Gdyby to była prawda, dzielane obwody stale rzucałyby wyzwanie związkom. Miłość naprawdę byłaby ślepa, gdy idzie o intuicję. Inni twierdzą, że „swój do swego ciągnie” i że szukamy partnerów, którzy są do nas podobni. Gdyby tak było w istocie, wybieralibyśmy takich partnerów, z którymi nasze dzielane obwody funkcjonowałyby szczególnie dobrze, ponieważ umysł naszego partnera pracowałby w podobny sposób do naszego, a nasze symulacje byłyby zazwyczaj poprawne.

Dwie grupy dowodów wyraźnie wskazują na koncepcję, że dla par korzystne jest podobieństwo. Po pierwsze, uczestnicy badań zdają się uznawać podobnych do nich partnerów za bardziej atrakcyjnych. David Buss z Uniwersytetu Michigan i Michael Barnes z Uniwersytetu Yale wspólnie poprosili studentów o opisanie cech, których poszukują u partnerów[121]. Następnie przydzielili osobom badanym wiele kwestionariuszy, które miały oceniać różne cechy samych uczestników eksperymentu. Okazało się, że w kategoriach osobowości, usposobienia, atrakcyjności i statusu społeczno-ekonomicznego badani poszukiwali partnerów, którzy byli podobni do nich samych. Ekstrawertykom podobają się osoby ekstrawertyczne. Osobom religijnym – ludzie religijni. Wiele innych badań wykazało podobny efekt. Druga grupa dowodów nie mierzy tego, kogo uznajemy za atrakcyjnego, ale bada, w jaki sposób podobieństwo wpływa na satysfakcję małżeńską albo odsetek rozwodów. Glen Weisfeld wraz ze współpracownikami przebadali 1053 pary w Wielkiej Brytanii[122] i odkryli, że pary o podobnym wykształceniu, zdolności i atrakcyjności były szczęśliwsze, co

mierzone niższym współczynnikiem żalu („Czy kiedykolwiek myślałaś(eś) o rozwodzie z mężem/żoną?” albo „Gdybyś mógł/mogła wybrać, zdecydował(a)byś się ponownie wyjść za tę samą osobę?”), tym, jak nieprzyjemny może być partner („Jak często macie poważną kłótnię?” i „Czy twój mąż/twoja żona jest dla ciebie naprawdę niemiły(a)?”) i jak satysfakcjonujący seksualnie jest związek („Czy doświadczasz spełnienia seksualnego w małżeństwie?” i „Chciał(a)byś, żeby twój mąż/twoja żona był(a) dla ciebie bardziej responsywna seksualnie?”).

Ludzie mogą poszukiwać podobnych partnerów – zjawisko to nazywa się homogamią – albo zawierać małżeństwa z podobnymi do nich, z wielu powodów. Biolodzy podejrzewają, że dlatego, iż podobny partner prawdopodobnie posiada podobne geny. Jeśli tak jest w istocie, to dzieci takich rodziców będą miały więcej wspólnych genów z każdym z rodziców niż dzieci spłodzone z niepodobnym partnerem, po prostu dlatego, że w dodatku do posiadania genów matki, otrzymają również geny od ojca, których część będzie identyczna z tymi, które otrzymali od matki (to samo można powiedzieć z perspektywy ojca). Biolodzy podejrzewają również, że jednostki poszukują partnerów, którzy są w przybliżeniu równie atrakcyjni fizycznie jak one same, ponieważ jeśli jeden z partnerów jest bardziej atrakcyjny od drugiego, to ta bardziej atrakcyjna osoba z większym prawdopodobieństwem znajdzie sobie nowego, bardziej atrakcyjnego partnera. Jakikolwiek ewolucyjne mechanizmy leżą u podłoża naszych tendencji do poszukiwania podobnych partnerów, z punktu widzenia podzielanych obwodów tendencja ta wywiera na pary bardzo pozytywny wpływ. Podobny partner będzie poprawnie odczytywał i przewidywał z użyciem symulacji, w ten sposób tworząc przyjemne wrażenie dostrojenia. W rezultacie, przeciwiństwa mogą się przyciągać, ale jeśli szukasz związku, który przetrwa i sprawi, że będziesz szczęśliwy, rozważ poszukiwanie pokrewnej duszy i daj szansę symulacji!

Żadna para nie jest oczywiście idealnie dobrana. Nie bierzemy ślubu z samymi sobą. Nieco zaskoczeń i pewne różnice są przyjemnymi wyzwaniem w każdym związku. Daje nam to szansę na odkrywanie nowych aspektów świata i, z ewolucyjnego punktu widzenia, utrudnia chów wsobny, który jest z oczywistych powodów niekorzystny. W stałych, usatysfakcjonowanych związkach te różnice opierają się na solidnym fundamencie podobieństw. Odkrycie podzielanych obwodów sugeruje nam, że w tym, w czym jesteśmy podobni, możemy ufać

naszym intuicjom, podczas gdy w dziedzinach, w których się różnimy, musimy na nasze obwody uważać, ponieważ mogą nas doprowadzić do błędnego wniosku, że nasz partner odczuwa to samo, co my.

### **Im więcej doświadczyłeś/aś, tym więcej rozumiesz**

Związki są sytuacjami, w których empatia może prowadzić do niesamowicie bliskiej więzi, ale są również sytuacjami, w których jesteśmy mniej tolerancyjni na te chwile, gdy nie udaje nam się drugiej osobie zrozumieć. Mimo to granice empatii napotykamy najczęściej poza naszymi związkami. Możemy zobaczyć, że ktoś pływa codziennie i zastanawiać się, jak ta osoba potrafi wstawać o piątej rano każdego ranka, by pójść na basen. Możemy zadać to pytanie dlatego, że nigdy nie doświadczyliśmy poczucia bycia w pełni rozbudzonym o ósmej rano, z dawką endorfin buzujących w całym naszym ciele. Bez tego doświadczenia nasza intuicja, dlaczego inna osoba robi to, co robi, jest upośledzona. Możemy zostać zaproszeni na kolację i nie dostać nic innego do picia niż piwo, i intuicyjnie poczuć, że gospodarz nieszczególnie chciał się z nami zobaczyć, ponieważ nie kupił dobrego wina, po prostu dlatego, że nie podzielamy zamiłowania gospodarza do rzadkiego belgijskiego piwa, po które musiał wybrać się w dwugodzinną podróż. Możemy wyjechać do Bułgarii i uwierzyć, że mieszkają tam sami negatywni ludzie, którzy potrząsają głowami na każdą naszą propozycję, ponieważ nie dzielimy ich programu motorycznego, w którym potrząsanie głową oznacza tak, a kiwanie – nie. Intuicja społeczna zawsze będzie prowadzić do bardzo dokładnych konkluzji w przypadku podobnych osób, i do coraz bardziej niepoprawnych konkluzji w przypadku osób różniących się. Podobnie jak to jest w związku, umiejętności społeczne polegają na korzystaniu z intuicji w wielu sytuacjach, ale także na elastycznym przełączaniu się na alternatywne sposoby interpretowania innych osób, kiedy mamy powody, by wierzyć, że są one od nas inne.

Tym, co dały nam podzielane obwody, jest wyjaśnienie, dlaczego pewne społeczne kontakty dają poczucie bliskości i relaksu, a inne oddalenia i napięcia. Gdy z powodzeniem korzystamy z naszej intuicji, opieramy się na podzielanych obwodach, które zdają się po prostu kojarzyć poczucie tego, co dzieje się w umyśle innej osoby, ze wskazówkami społecznymi, takimi jak wyrazy mimiczne, gesty i działania w procesach, które domagają się od nas ograniczonej

uwagi. Kiedy musimy opierać się abstrakcyjnych regułach („pamiętaj, że w Bułgarii tak i nie wydają się odwrócone”), musimy zahamować naszą intuicję i przewyciężyć ją procesami poznawczymi, które wymagają uwagi. Takie relacje społeczne odbijają to wewnętrzne napięcie, pozostawiając poczucie rozdrażnienia i wyczerpania. Każda kompetentna społecznie osoba będzie używać zarówno intuicji, jak i refleksyjnego myślenia, by skutecznie wchodzić w interakcje z innymi ludźmi, ale jest coś uprzywilejowanego w naszej intuicji. Podejrzewam, że wiele z poczucia „dobrej chemii”, które czasami mamy z innymi ludźmi, odzwierciedla stopień, w jakim nasze podzielane obwody pozwalają nam się nastroić na tę drugą osobę – a tym samym stopień, w jakim jesteśmy do siebie podobni.

### **System lustrzany może kłamać – implikacje dla terapeutów**

Intuicja społeczna jest ambiwalentna również w praktyce psychoterapeutycznej. Z jednej strony podzielanie działania i wrażeń pacjenta jest ważne dla uzyskania wglądu w pacjenta i zachęci go do otwarcia się na terapeuta[49]. Jak widzieliśmy w kontekście dobierania partnerów, podzielane obwody mogą faktycznie dostarczyć poprawnego wglądu w innych ludzi, ale tylko dopóty, dopóki terapeuta przypomina pacjenta w jakimś konkretnym aspekcie. Oczywiście, ludzie dzielą mnóstwo podstawowych emocji, wrażeń i schematów działania, więc wiele wglądów będzie poprawnych. Z tego samego powodu od czasów Freuda psychoanalicycy byli świadomi tego, że często niepoprawnie dokonujemy projekcji aspektów naszej jaźni na innych ludzi. Terapeuta, który się rozwiódł, może projektować swój własny problem na pacjenta będącego w podobnej sytuacji. Takie projekcje są naturalną tendencją podzielanych obwodów. Terapeuta powinien zawsze mieć świadomość tego, że intuicja jest potężna, ale także ze swej natury skłonna do przypisywania naszych własnych stanów mentalnych innym ludziom, nawet jeśli nie mogą się one do nich stosować.

### **Spójrz w swoje lustro – zobaczysz człowieka**

Pomimo okazjonalnych nieporozumień, nasze intuicyjne rozumienie innych ludzi jest względnie dokładne, ponieważ mamy ze sobą wiele wspólnego. Dzielimy ponad 99% tych samych genów, mamy podobne podstawowe emocjonalne

ekspresje mimiczne[91], a większość z ludzi, których spotykamy, będzie mieć niektóre podstawowe doświadczenia życiowe podobne do naszych (praca, starzenie się, oddychanie powietrzem, mówienie językiem). Musimy za to bardzo uważać na nasze intuicje, gdy idzie o (inne) zwierzęta, ponieważ mamy z nimi znacznie mniej wspólnego.

Wiele sygnałów nie przekracza zbyt dobrze granicy gatunkowej. Na przykład, gdy makak szeroko się uśmiecha, podnosząc kąciki ust i wystawiając zaciśnięte zęby, to ten wyraz mimiczny nie jest oznaką zadowolenia, ale jednym z sygnałów uległości dyktowanej lękiem. Komunikuje on „zostaw mnie”, „boję się ciebie” i „raczej wolę z tobą nie walczyć”. Naszym najbardziej podobnym wyrazem mimicznym jest uśmiech. Kiedy zacząłem badania na małpach, różnica ta wywołała wiele nieporozumień. Myślałem, że małpa chciała zaangażować się w kontakt społeczny, podczas gdy tak naprawdę zniechęcała mnie do wchodzenia w niego, i odwrotnie – mój przyjacielski uśmiech musiał być bardzo zagadkowy dla makaków.

W kontekście innych zwierząt podzielane obwody mówią nam, że nasz mózg będzie kojarzył ich zachowanie z naszym własnym zachowaniem. Pokazywaliśmy osobom badanym filmy z psem machającym ogonem i odkryliśmy, że prowadzi to do aktywności mózgowej blisko przypominającej tę, która zachodzi, gdy ludzie ruszają rękami. Gdy jesteśmy świadkami ekspresji mimicznych, aktywujemy nasz system lustrzany w obszarach, które odpowiadają tym, reagującym na wyrazy mimiczne ludzi[20]. Podobnie małpy aktywują neurony lustrzane, gdy widzą ludzką ekspresję mimiczną[123]. Ta symulacja prowadzi do przypisywania naszych własnych celów i emocji członkom innego gatunku i w nieunikniony sposób dokonujemy antropomorfizacji. Musimy zatem stale uważać na tę naszą inklinację i kwestionować naszą intuicję, gdy chodzi o zwierzęta.

## 10. W stronę zunifikowanej teorii poznania społecznego

**G**dy jeden z moich licealnych nauczycieli uczył nas, jak opisywać ludzkie doświadczenie, powiedział: „Nie opisujcie po prostu tego, co słyszycie albo widzicie. Opiszcie to, co wszystkie zmysły odczuwają”. Aby opisać, z jakim uczuciem wiąże się znalezienie się po raz pierwszy nad oceanem, muszę opisać otwarty widok, białe szczyty fal kołyszących się na wietrze, dźwięk żwiru, który dudni, gdy fale wyrzucają go na brzeg i z powrotem wciągają do wody, ale również uczucie chłodnej wody na stopach i palcach, muskanych za każdym razem, gdy fala przepłynie między nimi, bryzę targającą moimi włosami i uderzającą nimi o moją twarz, słony posmak w ustach, zapach jodu w nosie, wilgoć w powietrzu. Tym co faktycznie odróżnia wielkich poetów i wybitnych pisarzy, jest ich umiejętność poruszania wszystkich aspektów naszej egzystencji, nie tylko w dziedzinie widzenia, ale także motorycznej, emocjonalnej i somatosensorycznej.

Dzięki rejestrowaniu aktywności pojedynczych komórek nerwowych oraz skanom fMRI, badaniom lezji i wykorzystaniem TMS-u, dzięki tym wszystkim zaawansowanym technologiom współczesnej neuronaki odkryliśmy, że mózg jest w zasadzie wielkim poetą. Mózg wyposaża nas w znakomity opis tajnego życia wewnętrznego otaczających nas ludzi. Wzbogaca to, co widzimy i słyszymy, wielomodalnym opisem tego, co byśmy zrobili, jak się poczuli i czego doświadczali, będąc na ich miejscu. Jak każdy poeta, mózg również posługuje się własnym subiektywnym i osobistym stylem, który zniekształca prawdziwe uczucia i intencje innych ludzi w zwierciadle naszych własnych doświadczeń, ale i tak intuicyjnie malowniczo przywołuje cudze stany tak, iż możemy je podzielać.

Aspekty empatii, o których dotąd mówiliśmy oddzielnie, łączą się, pomagając naszemu społecznemu poznaniu. Jednakże rozumienie innych nie opiera się wyłącznie na intuicyjnej poezji samych podzielanych obwodów. Jeśli diler używanych samochodów mówi nam z szerokim uśmiechem i entuzjazmem w głosie, jak wspaniale byłoby kupić tego starego, zardzewiałego gruchota, nasze podzielane obwody sprawią, że podzielimy jego entuzjazm i przekonają nas do kupna samochodu. Jednak na bardziej intelektualnym i świadomym poziomie



wiemy z gorzkiego doświadczenia innych ludzi, że sprzedawcom samochodów nie zawsze należy ufać. Nasze świadome myśli wchodzi w interakcje z naszymi empatycznymi intuicjami, pomagając nam podjąć decyzję i nauczyć się z doświadczenia innych, a nie zależeć wyłącznie od naszych własnych prób i błędów.

## **Rozumienie innych wymaga zarówno intuicji, jak i myślenia**

Choć do tej pory pisałem wyłącznie o podzielanych obwodach i intuicyjnym poznaniu społecznym, wielu badaczy skupiło się na drugiej stronie umysłu społecznego, czyli tym, jak świadomie myślimy na temat stanów mentalnych innych ludzi. Zaś niemal w ogóle niezbadane zostało pytanie, w jaki sposób intuicje oddziałują z myślami[124].

Zacznijmy od naszych własnych doświadczeń. Jeśli jem sushi, które nie było tak świeże, jak być powinno, najpierw aktywuję przedmotoryczne i motoryczne obszary, które pozwalają mi jeść, a następnie, wraz z rozwojem zatrucia pokarmowego, obszary kory somatosensorycznej oraz kory wyspy mojego mózgu odczuwają zmieniony stan i wywołają nudności. Z początku mogę nawet dalej koncentrować się na swojej pracy, ale później mdłości przyciągną całą moją uwagę i zacznę rozmyślać, co takiego zrobiłem, by zrozumieć, co się ze mną dzieje.

Być może się zastanawiasz, co dzieje się w mózgu, gdy dokonujemy introspekcji – żeby się tego dowiedzieć, wykonaj mały eksperyment. Usiądź wygodnie i spróbuj odczuć własne bicie serca bez położenia ręki albo palca na piersi czy bez mierzenia pulsu, ponieważ wówczas nie byłaby to już introspekcja, ale po prostu odczuwanie zewnętrznego zdarzenia, w podobny sposób, jak możesz poczuć puls innej osoby. Po prostu usiądź i wsłuchaj się w wewnętrzne odczucia twojego ciała. Hugo Critchley i jego współpracownicy w Londynie przebadali, co dzieje się w mózgu, gdy ludzie dokonują w ten sposób introspekcji[125]. Podłączyli oksymetr do palców osób badanych i przetworzyli każde uderzenie serca na ton. W połowie prób wprowadzili półsekundowe opóźnienie pomiędzy biciem serca a dźwiękiem. Zadaniem przebywających w skanerze badanych było dokonywanie introspekcji i rozstrzygnięcie, czy ton był zsynchronizowany z biciem serca, czy nie. Badacze odkryli, że przednia część kory wyspy i przyśrodkowa kora przedczołowa, znajdująca się pomiędzy dwiema półkulami mózgu,

selektywnie wykorzystywane były, gdy uczestnicy dokonywali introspekcji, przysłuchując się biciu własnego serca. Aktywowana część przedniej kory wyspy bardzo przypominała obszar, który angażował się zarówno podczas doświadczania, jak i obserwacji obrzydzenia w badaniu przeprowadzonym przez mój zespół[59], co sugeruje, że doświadczanie wstępu rzeczywiście wiąże się z odczuwaniem własnych stanów cielesnych (wstępu jako „jest mi niedobrze w brzuchu”).

Nie wszyscy ludzie są równie sprawni w introspekcji. Osoby cierpiące na aleksytymię mają ogromne trudności z opisaniem i identyfikowaniem swoich emocji. Mogą odczuwać zniecierpliwienie i mylić je z poczuciem złości, strachem albo lękiem. Osoby o wysokim poziomie aleksytymii aktywują swoją korę wyspy i przyśrodkową korę przedczołową słabiej niż ludzie, którzy mają lepszy kontakt ze swoimi własnymi emocjami[126].

Analogicznie, moje doświadczenie jedzenia sushi składa się najpierw z aktywności w korze motorycznej, przedmotorycznej, somatosensorycznej i korze wyspy. Poprzez introspekcję i aktywność przyśrodkowej kory przedczołowej stan ten może przerodzić się w myśli na temat mojego własnego stanu. To pierwsza tworzy reprezentację niskiego poziomu mojego własnego stanu, podczas gdy to druga reprezentuje refleksyjne myślenie. To, jak sprawnie mój mózg może przekształcić reprezentacje niskiego poziomu w myśli, zależy od tego, jak bardzo jestem aleksytymiczny.

Co się dzieje, gdy postrzegamy stany kogoś innego? Gdy widzę, jak mój przyjaciel zjada sushi i robi się bladezielony na twarzy? Podzielane obwody przetwarzają widok jego mdłości i widok zjadania sushi w aktywność w mojej korze wyspy, korze przedmotorycznej, ciemieniowej i somatosensorycznej, zupełnie jakbym to ja sam zjadł sushi i poczuł się źle. Intuicyjnie i przedświadomie poczuję się trochę tak, jak on. Mogę dodatkowo dokonać introspekcji, wykorzystując ten sam szlak, którego używałem do zrozumienia własnych mdłości, ale tym razem do zrozumienia *jego* mdłości, w oparciu o symulowany stan u siebie, który odzwierciedla jego stan, wywołując aktywność w mojej wyspie[51, 59] i przyśrodkowej korze przedczołowej[127], zupełnie jak gdybym myślał o swoich własnych stanach.

Świadome myślenie o innych osobach jest zatem procesem dwuetapowym. Najpierw odzwierciedlamy ich stany, następnie dokonujemy introspekcji. Nie

myślimy już bezpośrednio o innych ludziach, ale o ich odbiciu w lustrze naszych własnych stanów. Piękno tego poglądu polega na tym, że nie wymaga on dedykowanej mózgowej architektury do myślenia o innych ludziach, ale opiera się na tych samych obwodach, których używamy do myślenia o sobie, oraz wykorzystaniu całej wiedzy, którą zgromadziliśmy na temat naszych własnych stanów i ich przyczyn. Wiem na przykład, że gdy ostatnim razem poczułem się źle, było to z powodu jedzenia i mogę użyć tej osobistej wiedzy do zinterpretowania mdłości mojego przyjaciela. W przeciwieństwie do podzielanych obwodów działania, emocji i wrażeń, o których mówiliśmy wcześniej, ten etap introspekcji społecznej jest znacznie bardziej wyraźny i pozwala na żywe występowanie moich myśli o jego stanie.

Nie każda mentalizacja opiera się na rezultacie funkcjonowania podzielanych obwodów. Niekiedy musimy myśleć o innych ludziach, którzy różnią się od nas. Jak wspomniałem w poprzednim rozdziale, podzielane obwody czasem prowadzą do pomyłek w takich sytuacjach. Nasz mózg musi wówczas wytłumić symulację i polegać na myśleniu innego rodzaju.

Eksperyment przeprowadzony przez Jasona Mitchella i jego kolegów z Harvardu wspiera ideę, zgodnie z którą mamy dwa szlaki rozumienia innych osób; jeden oparty na symulacji, a drugi – nie[127]. Eksperymentatorzy pokazali badanym fotografie dwóch fikcyjnych postaci razem z krótkim opisem każdej z nich. Jedna została opisana jako osoba, która ma liberalne poglądy społeczno-polityczne i uczestniczy w aktywnościach typowych dla studentów liberalnych koledzy z północnego wschodu USA. Druga została opisana jako fundamentalista chrześcijański o konserwatywnych poglądach politycznych i społecznych, który żarliwie uczestniczył w wielu wydarzeniach sponsorowanych przez religijne i republikańskie organizacje uniwersytetów Środkowego Zachodu.

Podczas skanowania, uczestnicy widzieli jedną z dwóch fotografii oraz zdania takie jak: „Nie mogę się doczekać wyjazdu do domu na Święto Dziękczynienia”, „Jeżdżę małym samochodem wyłącznie z powodów ekologicznych” albo „Wierzę, że problem zróżnicowania kulturowego powinien być ważną sprawą dla państwa”. Badanych następnie poproszono o podanie, jak bardzo postać z fotografii zgodziłaby się z tymi zdaniami. W jednej trzeciej prób osoba badana miała odnieść te zdania do samej siebie i wskazać, jak bardzo zgodziłaby się z nimi.

Niektórzy uczestnicy identyfikowali się z postacią liberała, podczas gdy inni czuli się bardziej jak postać konserwatywna. W każdym przypadku postrzegane podobieństwo determinowało wzorec aktywności mózgu. Obie grupy badane w taki sam sposób aktywowały *brzuszną* część przyśrodkowej kory przedczołowej, kiedy musiały myśleć o samych sobie oraz postaci podobnej do nich. Ten brzuszny obszar zdaje się rozumieć ludzi poprzez proces symulacji opisany wyżej. Gdy jednak przedmiotem mentalizacji była postać niepodobna do nich, osoby badane *deaktywowały* ten brzuszny obszar symulacji i polegały wyłącznie na bardziej grzbietowym obszarze, który może być zaangażowany w myślenie abstrakcyjne. Zebrane dane wskazują na to, że faktycznie dysponujemy dwoma szlakami poznania społecznego. Bardziej brzuszny symuluje podobne osoby, polegając na naszych własnych opiniach, działaniach, wrażeniach i emocjach i prawdopodobnie umożliwia nam najgłębszy wgląd w cudze umysły. Jednakże jego efektywność zależy od tego, jak bardzo dostrojony jesteśmy do innych (czyli empatii) oraz samych siebie (aleksytymii). Jednocześnie bardziej grzbietowy szlak pozwala nam rozumować na temat stanów mentalnych innych, bez polegania na tym, co wiemy o samych sobie. Abstrakcyjna natura tego procesu oddziela nasze umysły od umysłów cudzych i zabezpiecza nas przed pułapkami egocentrycznego zafałszowania. Nasze mózgi zdają się przełączać pomiędzy tymi szlakami, w zależności od naszego odczucia, na ile dana osoba różni się od nas<sup>[18]</sup>. Niestety, gdy używamy bardziej grzbietowego szlaku, musimy polegać na zbiorze założeń, przechowywanych w naszym umyśle, na temat tej drugiej osoby (np. „dilerzy używanych samochodów nie zawsze mówią prawdę”), a te reguły nigdy nie będą tak bogate, jak nasza wiedza o nas samych.

Różnice pomiędzy świadomą refleksją i automatyczną intuicją najlepiej zilustrować analogią do prowadzenia samochodu. Gdy pierwszy raz uczyliśmy się prowadzić, musieliśmy być bardzo skoncentrowani i wydawało się nam niemal niemożliwe, by zwracać uwagę na wszystko naraz. Podstawowe ruchy zatykały nasz umysł, nie pozostawiając żadnego miejsca na dodatkowe rozmyślenia. Każdą sesję nauki jazdy kończyliśmy wyczerpani. Ten stan koncentracji przypomina świadome procesy niezbędne do myślenia o umysłach osób niepodobnych do nas i nie ma co się dziwić, że życie wspólnie z partnerem, którego nie potrafimy intuicyjnie zrozumieć, jest równie wyczerpujące, jak pierwsza lekcja jazdy samochodem. Gdy staniemy się już biegłymi kierowcami, wszystkie podstawowe

procesy stają się automatyczne, a nasz umysł może pomyśleć o innych sprawach. Możemy rozmawiać podczas jazdy albo przewidywać potencjalne niebezpieczeństwa drogowe. Oparta na symulacji intuicja społeczna przypomina taką rutynę, ponieważ przydarza się nam ona w dużej mierze automatycznie i pozostawia umysłowi swobodę, albo na relaks, albo nawet na dodanie świadomych myśli o innych ludziach, by jeszcze lepiej dostosować do nich nasze społeczne poczynania.

Jeśli chodzi o rozwój osobniczy, to intuicyjny szlak symulacji zdaje się funkcjonować znacznie wcześniej niż abstrakcyjny szlak grzbietowy[129]. Jeszcze zanim nauczą się mówić, dzieci polubią nową zabawkę, jeśli zobaczą, że matka reaguje na nią pozytywnie, zaś nie polubią jej, jeśli matka reaguje na zabawkę strachem. Pokazuje to, że dziecięce podzielane obwody już wówczas umożliwiają im „zarażenie się” emocjami innych osób[130]. Dopiero pomiędzy czwartym i szóstym rokiem życia dzieci uczą się, że inne dzieci mogą mieć przekonania i myśli, które różnią się od ich własnych. Prosty sposób ustalenia, czy dzieci rozumieją fakt, że inni ludzie mają osobne umysły, jest wykorzystanie testu fałszywych przekonań[131]. Na przykład dziecku pokazuje się serię ilustracji, na których występuje mały chłopiec, Maksiu, oraz jego mama. Maksiu ma tabliczkę czekolady i kładzie ją do niebieskiego koszyczka, zanim wychodzi z pokoju. Następnie wchodzi jego mama i przenosi czekoladę z niebieskiego koszyczka do zielonej szuflady. Gdy Maksiu wraca, chce zjeść swoją czekoladę. Przyglądające się tej scenie dziecko jest pytane: „Gdzie Maksiu najpierw poszuka czekolady?”. Dziecko musi jedynie wskazać na miejsce, do którego Maksiu zajrzy. Pięciolatki i starsze dzieci wskażą na niebieski koszyczek, ponieważ Maksiu jest *fałszywie przekonany*, że to właśnie tam znajduje się czekolada. Dzieci poniżej czwartego roku życia często wskazują na szufladę, ponieważ tam naprawdę znajduje się czekolada. Różnica w tych reakcjach wskazuje, że podczas piątego roku życia u dzieci rozwija się zdolność do oddzielania własnego umysłu, który jest świadom nowego położenia czekolady, od umysłu Maksia, który ciągle wierzy w to, że czekolada znajduje się tam, gdzie ją zostawił.

Wydaje się, że dzieci z autyzmem wykazują deficyty zarówno w symulacji, jak i zdolności postrzegania umysłów innych, jako oddzielonych od ich własnego umysłu. Spotkaliśmy się już z ich problemami ze spontaniczną imitacją. W dodatku, w wieku ośmiu lat, gdy dla typowo rozwijających się dzieci fakt, że

cudze umysły są czymś innym od ich własnego umysłu, jest już czymś naturalnym, dzieci autystyczne zazwyczaj nadal wskazują na nieprawidłowe miejsce w teście fałszywych przekonań, tak jakby przyjmowały, że wszyscy wiedzą to samo co one, czyli wiedzą, gdzie naprawdę znajduje się czekolada[103, 132]. W istocie nawet niektórzy dorośli autycy tego nie rozumieją, jak pamiętamy z przykładu Jerome'a, fizyka, który myślał, że inni ludzie będą wiedzieć, że konkretne opakowanie duńskich ciastek zawiera kolorowe kredki, tylko dlatego, że on sam to wie.

Przywołane badania pozwalają wyciągnąć wniosek, że nasza zdolność rozumienia, co dzieje się w innych ludziach, może elastycznie wykorzystywać dwa komplementarne szlaki. Jeden opiera się na symulacji i może sprawić, że intuicyjne, wewnętrzne odczucie tego, co dzieje się u innych, będzie mogło wpłynąć na bardziej świadomy, werbalny sposób myślenia, który bierze pod uwagę stany innych ludzi odbijane w zwierciadle naszych podzielanych obwodów. W tym szlaku świat intuicji może iść ramię w ramię ze światem myśli i to właśnie ta potężna kombinacja jest tak ważna w romantycznych związkach[133]. Drugi, bardziej abstrakcyjny szlak jest zdolny do radzenia sobie z różnicami pomiędzy nami, ale jest uboższy i pojawia się później w ciągu życia. Oba szlaki się sprzęgają, jeden wygasa drugi w zależności od tego, na ile uważamy drugą osobę za podobną do nas. Te dwa aspekty poznania społecznego łączą się, uwalniając prawdziwą moc naszych społecznych kompetencji.

### **Uczę się tego, czego się nauczyłeś**

Uczenie się od innych jest najbezpieczniejszym i najbardziej wydajnym sposobem zdobywania wiedzy. My, ludzie, jesteśmy w tym mistrzami. Podczas gdy większość zwierząt występuje tylko w specyficznych habitatach, ludzie skolonizowali cały świat, ucząc się, jak żyć w nawet najbardziej nieprzyjaznym środowisku. Odkrycie neuronów lustrzanych odegrało ważną rolę w zrozumieniu neuronalnego podłoża naszej umiejętności uczenia się. Gdyby kogoś z nas porzucić samego w Arktyce, prawdopodobnie by nie przeżył zbyt długo. Inuit urodzony w tym samym miejscu będzie sobie świetnie radził, ponieważ potrafi nauczyć się od członków swojej grupy, jak przeżyć. Jeśli widzi swojego ojca polującego włócznią na fokę, jego system lustrzany aktywuje programy

motoryczne wycinania dziury w lodzie, oczekiwania w bezruchu i wreszcie rzucania włócznią w zwierzę. Aktywacje jego mózgu podczas tej sekwencji ruchów pewnego dnia pozwolą mu upolować jego własną fokę. Neurony lustrzane wyposażają go w zdolność przekształcania obserwowanego celu (np. miotania włócznią) w motoryczny program, który osiąga podobny rezultat.

Z wyjaśnieniem opartym na samych neuronach lustrzanych jest jednak pewien problem. Cały czas widzimy, jak ludzie wykonują jakieś działanie, niektóre udane, inne mniej. Neurony lustrzane same z siebie sprawiłyby, że dzielilibyśmy po równo udane, jak i nieudane działania innych. Oczywiście nie byłaby to najbardziej wymarzona wersja społecznego uczenia się. Jeśli widzimy, że ktoś coś robi i uzyskuje pożądany rezultat, powinniśmy się nauczyć takiego zachowania, ale oczywiście nie powinniśmy się od niego uczyć, jeśli zachowanie do niczego pożytecznego nie prowadzi. Jeśli zaś prowadzi do bardzo niepożądanego rezultatu, powinniśmy zapamiętać to działanie, ale po to, by upewnić się, że go nigdy *nie* powtórzymy.

Psycholog Burrhus Frederic Skinner z Harvardu wniósł ogromny wkład w nasze rozumienie plastyczności zachowania, pokazując, w jaki sposób u wszystkich wyżej rozwiniętych zwierząt częstość dowolnego zachowania zwiększy się, jeśli prowadzi ono do nagrody, a zmniejszy się, jeżeli prowadzi do kary. Sam przez się ten mechanizm uczenia ma zastosowanie do nauki tego, co korzystne lub szkodliwe dla samego organizmu. Na przykład w dzieciństwie musieliśmy się nauczyć, że dotykanie gorącej patelni jest nieprzyjemne, ale dla dorosłych nawet sama myśl o dotknięciu rozgrzanej patelni jest bolesna, a realne dotknięcie mało prawdopodobne.

Tego rodzaju uczenie się zachodzi w mózgu, ponieważ nagroda i kara regulują wydzielanie acetylocholiny oraz dopaminy. Te neurotransmitery mówią mózgowi: „Hej, lepiej to zapamiętaj”, a robią to po części wzmacniając Hebbowską plastyczność. W rezultacie zapamiętujemy bardzo przyjemne oraz bardzo nieprzyjemne epizody z naszego życia znacznie lepiej niż te, które nie miały jakichś szczególnych konsekwencji. Wydarzenia, które wiążą się z nieoczekiwaną nagrodą, prowadzą do uwolnienia dopaminy i acetylocholiny, które zwiększą częstość tego zachowania, dokonując zmian synaptycznych wzmacniających asocjacje pomiędzy sytuacją i zachowaniem. Jeśli idziemy do restauracji bez wielkich oczekiwań i zjemy naprawdę dobre danie, nasz mózg uwolni dopaminę

oraz acetylocholiny i będziemy pojawiać się tam częściej. Gdy już będziemy oczekiwać tam bardzo dobrego jedzenia i takie dostaniemy, nasz system dopaminowy nie będzie już uwalniał neurotransmitera. Nie oznacza to, że zaczniemy unikać tej restauracji, ale po prostu to, że nie zwiększymy jeszcze bardziej częstości chodzenia do niej. Jeśli zjemy rozczarowujący posiłek, poziom dopaminy opadnie, acetylocholiny wzrośnie, a ta sytuacja zostanie zapamiętana bardzo dobrze, ale asocjacje pomiędzy sytuacją a zachowaniem zostaną zredukowane, tak jak zmniejszy się częstotliwość naszych wizyt.

Dzięki dopaminie i acetylocholiny mózg większości zwierząt wyposażony jest w mechanizm, który pozwala im uczyć się w oparciu o rezultat ich własnych działań. Jeśli zwierzę zachowuje się w konkretny sposób w konkretnej sytuacji, liczą się trzy aspekty, znane jako trójkąt uczenia się: sytuacja, zachowanie i rezultat.

Odkrycie podzielanych obwodów tak działania, jak i emocji, pozwala spojrzeć na zagadnienie społecznego uczenia się z nowej perspektywy. Wyobraź sobie, że jesteś członkiem grupy ludzi na wczesnym etapie ewolucji, wchodzących do nowej części lasu, w której wszędzie w zaroślach rosną dziwnie wyglądające jagody. Burczy ci w brzuchu, ale żaden rodzaj żywności, którą znasz, nie jest dostępny. Możesz sam spróbować tych jagód, ale to by oznaczało ryzykowanie otrucia się i śmierć. Znacznie lepszym sposobem jest obserwowanie tego, co zrobią inni ludzie. Jeśli zobaczysz, że jakiś człowiek mieszkający w tej części lasu zjada niebieską jagodę i szeroko się uśmiecha, w twoim mózgu zdarzą się trzy rzeczy. Po pierwsze, aktywujesz przedmotoryczne, ciemieniowe i somatosensoryczne programy zrywania i zjadania tych owoców, ponieważ twój system lustrzany sprawi, że podzielisz działanie obserwowanej osoby. Po drugie, aktywujesz wzrokowe reprezentacje tej sytuacji: las i konkretny rodzaj jagód. Po trzecie, aktywujesz obszary mózgu, które dzielą pozytywny rezultat zachowania[51, 59]. W zwierciadle podzielanych obwodów możesz teraz pośrednio dzielić cały trójkąt indywidualnego uczenia się: twoje (symulowane) działanie, twoje (symulowane) zadowolenie oraz sytuację i konkretny rodzaj jagód. Nie potrzebujesz już żadnego szczególnego mechanizmu społecznego uczenia się, ale twój archaiczny mechanizm indywidualnego uczenia się pośrednio karmi się wszystkimi informacjami, które są potrzebne do nauki. W efekcie stworzysz asocjacje



zjadania danego rodzaju jagód oraz tej konkretnej sytuacji – i nauczysz się jeść te jagody.

Jeśli, z drugiej strony, zobaczysz, że twój przyjaciel kosztuje czerwony owoc, robi się czerwony na twarzy, wypluwa to, co ugryzł, a jego twarz wyraża przestrah i ból, twoje podzielane obwody stworzą inny trójkąt uczenia się. Czynność zjadania, sytuacja w lesie i czerwony owoc będą skojarzone z negatywnym rezultatem bólu twojego przyjaciela. W efekcie zdarzenie zostanie zapamiętane, ale negatywny pośredni rezultat doprowadzi do spadku poziomu dopaminy, a asocjacje pomiędzy owocem i zjedaniem zostaną osłabione. Podczas gdy lustrzany system działania reaguje zatem podobnie zarówno podczas zjadania niebieskiej jagody, jak i czerwonego owocu, podzielane obwody bólu i przyjemności dramatycznie zmieniają konsekwencje uczenia się. Kombinacja dwóch podzielanych obwodów, tego od działania i tego od emocji, zmienia zatem rdzenny system indywidualnego uczenia się, który dzielimy ze wszystkimi zwierzętami, w potężny system pośredniego społecznego uczenia się.

Biorąc pod uwagę to, że czytanie o emocjonalnych sytuacjach albo działaniach aktywuje podobny zbiór obwodów jak oglądanie tych samych sytuacji, czytanie historyjki o kimś jedzącym czerwony owoc oraz poczucie palącego bólu wywołanego papryczką chili może być także silnym, pośrednim doświadczeniem uczenia się[26, 134]. W świetle odkryć podzielanych obwodów, pośrednie uczenie się staje się edukacją na podstawie prób i błędów, które to próby i błędy odzwierciedlane są programach motorycznych obserwatora oraz jego mechanizmie nagrody.

### **Implikacje dla dydaktyki: kara i nagroda to sprawy publiczne**

Nauczyciele doskonalili metody pedagogiczne na przestrzeni tysiącleci. Ich doświadczenia doprowadziły do rozwoju metod nauczania, które antycypowały wiele porad, jakie wyciągnąć można z odkrycia podzielanych obwodów.

Częstą praktyką nauczania jest nauczanie grupowe. Grupa dwudziestu uczniów siedzi wspólnie i obserwuje, jak nauczyciel demonstruje konkretną umiejętność, na przykład flop Fusbery'ego<sup>[19]</sup>. Następnie nauczyciel prosi pierwszego ucznia, by wykonał skok i pochwali go za udaną próbę przed całą klasą. Dzięki temu wszyscy pozostali uczniowie jeszcze raz obejrzą tę nową umiejętność i pośrednio

podzielili sukces swojego kolegi. Jeśli w tym samym czasie jakiś uczeń zrobi coś zabronionego, na przykład wejdzie na ścianę z tyłu sali gimnastycznej, nauczyciel nie wezwie go do swojego gabinetu, ale zbeszta publicznie, przy wszystkich pozostałych. Publiczna kara nie tylko zmieni zachowanie niesfornego ucznia, ale również będzie pośrednim ostrzeżeniem dla innych uczniów, by nie powtarzali tamtego zachowania. Obie te praktyki to dokładnie to, do czego zachęcałyby podzielane obwody. Doświadczenie kombinacji tego, co robią inni ludzie, oraz ich sukcesów i porażek, jest cennym źródłem osobistego uczenia się.

Podzielane obwody dostarczają nam bardzo klarownej i istotnej rady w kwestii środków bezpieczeństwa. W wielu środowiskach pracy środki bezpieczeństwa są po to, by chronić nas przed rzadkimi wypadkami. Na terenie budowy noszenie wytrzymałego kasku jest utrapieniem, ponieważ jest w nim gorąco i nie jest zbyt wygodny. Biorąc pod uwagę prawdopodobieństwo, że coś spadnie ci na głowę, jest niskie, wielu pracowników ich nie zakłada. Pokazanie filmu z wypadku, w którym ciężki przedmiot spada na pracownika, w rezultacie czego trafia na wózek inwalidzki, a jego rodzina traci główne źródło dochodu, będzie bardzo nieprzyjemnym pośrednim doświadczeniem, ale takim, które silnie aktywuje podzielane obwody. Pracownicy budowlani będą częściej w przyszłości nosić swoje kaski.

Jak pamiętamy z badania dotyczącego bólu, relacje między ludźmi wpływają na stopień, w jakim będą oni wzajemnie podzielać własne emocje[69]. Zwłaszcza u mężczyzn oglądanie bólu może zmienić się w przyjemność, jeśli cierpiąca osoba nie była ucziwa. Oznacza to, że w szkolnej klasie kluczowe jest to, by wszyscy uczniowie darzyli się pozytywnymi uczuciami, jeśli pośrednie karanie i nagradzanie ma działać. W przeciwnym wypadku obserwowanie, jak inny uczeń zostaje ukarany, może nie stworzyć właściwego trójkąta uczenia się, ponieważ nagroda związana z oglądaniem karania go może spowodować zwiększenie asocjacji pomiędzy sytuacją a zachowaniem. I odwrotnie, obserwowanie, że uczeń zostaje pochwalony za dobrą pracę domową, może wywołać negatywne uczucia, jeśli chwalony uczeń uznany zostanie za rywala. Rozwiązania prowadzące do zwiększenia „ducha zespołu” wewnątrz klasy prawdopodobnie bezpośrednio spowodowałyby poprawę pośredniego uczenia się wśród uczniów – oprócz tego oczywiście sprawią, że szkoła będzie bardziej przyjemnym doświadczeniem dla każdego.

W tradycyjnych środowiskach nauczania większość nauczycieli ma świadomość tych wszystkich kwestii i podzielane obwody mogą im tylko pomóc zrozumieć, dlaczego te metody działają. W zdalnym nauczaniu sytuacja może być inna. Programy internetowego uczenia się mogą niekoniecznie dzielić doświadczenia płynące z nauki jednego studenta z doświadczeniami pozostałych osób. W takich obszarach odkrycie podzielanych obwodów powinno przypominać o ważnej zasadzie, że obserwowanie doświadczeń płynących z nauki innego ucznia może faktycznie być cennym elementem mojego procesu uczenia się.

## 11. Etyka empatii i psychopaci

**W**yobraź sobie, że wracasz samochodem z pracy i widzisz na poboczu mężczyznę z całą zakrwawioną ręką, którą uciska ranę na nodze. Aż zwija się z bólu. Desperacko wzywa pomocy, próbując cię zatrzymać. W pobliżu nie ma nikogo innego. Myślisz o tych wszystkich śladach krwi, które zostawi w twoim samochodzie i dwustu dolarach, które trzeba będzie zapłacić, żeby wyczyścić siedzenia. Czy zostawisz go na poboczu, by ocalić swoją skórzaną tapicerkę? Oczywiście, że nie. A jak byś ocenił/a człowieka, który w takiej sytuacji postanowiłby nie pomagać, w skali od zera do dziesięciu, gdzie zero to potwór moralny, pięć – przeciętny Kowalski, a dziesięć – Matka Teresa?

A teraz wyobraź sobie, że wracasz do domu i w skrzynce na listy znajdujesz list od szanowanej organizacji charytatywnej, która prosi o 200 dolarów na żywność i opiekę medyczną, by ratować głodujących w Afryce. Usłyszałeś właśnie w najbardziej rzetelnej stacji radiowej, że ta organizacja jest całkowicie transparentna i godna zaufania. Czy przelał(a)byś na jej konto te 200 dolarów? Niektórzy może by to zrobili, ale pewnie większość – nie. A teraz oceń, na tej samej skali od zera do dziesięciu, kogoś, kto postanawia nie przekazać 200 dolarów dla tej organizacji.

Większość ludzi na świecie ocenia, że osoba z pierwszego przykładu jest znacznie bardziej niegodziwa niż ta z drugiego. Ale jeśli się nad tym zastanowić – to niby dlaczego? W pierwszym przypadku odczuwamy, że uratowanie człowieka w potrzebie jest ważniejsze niż 200 dolarów, które trzeba by zapłacić za wyczyszczenie skórzanych foteli. Oczywiście, nie ma w tym niczego dziwnego. A co z drugim przypadkiem? Czyż nie mówimy ponownie o dwustu dolarach wydanych na uratowanie życia? Jedyna różnica pomiędzy tymi sytuacjami jest taka, że w pierwszej osoba potrzebująca pomocy staje naprzeciw nas, zaś w drugiej znajduje się bardzo daleko.

Możesz protestować: „Nigdy nie wiadomo, jak to jest z tymi organizacjami pozarządowymi – gdzie idą ich pieniądze?”. Ale historyjka dokładnie wskazuje, że szanowana stacja radiowa podała, iż jest to organizacja całkowicie godna zaufania. „Cóż, to nie to samo. Jeśli nie pomogę temu facetowi na drodze, może

stracić nogę, ale ludziom w Afryce pewnie pomoże ktoś inny”. Doprawdy? Prawdopodobieństwo tego, że ktoś inny pomoże tamtemu człowiekowi na drodze jest równie małe, jak prawdopodobieństwo tego, że inni ludzie prześlą wystarczająco dużo pieniędzy na pomoc w Afryce, by twoja wpłata nie oznaczała życia lub śmierci żadnego jej mieszkańca.

Jeśliby ciągnąć w ten sposób i dalej zbijać argumenty, w pewnym momencie większość ludzi przestanie się spierać i powie coś w rodzaju: „Nie wiem dlaczego, po prostu *czuję*, że te sytuacje się różnią”. Albo może zgodzą się ze mną na poziomie intelektualnym, ale następnym razem jak Polska Akcja Humanitarna wyśle do nich list, to i tak wyrzucą go do śmieci i będzie im z tym całkiem dobrze. Dlaczego w tych dwóch sytuacjach czujemy się tak różnie?

Bardzo długo etyka była dziedziną filozofów. Od greckich myślicieli po Kanta, większość filozofów zgadzała się, że decyzje moralne powinny i muszą być aktem świadomej refleksji. Etyka polega na obiektywnym ważeniu plusów i minusów, dobra i zła, użyteczności i szkody na szalkach sprawiedliwości. Aby być człowiekiem postępującym etycznie, należało myśleć jasno i beznamiętnie. Emocje jedynie zamącały ten proces.

Jeśli kupujesz ten racjonalistyczny punkt widzenia, to biorąc pod uwagę to, że ludzie mogą być jedynym gatunkiem wyposażonym w chłodne, logiczne myślenie, możemy mieć monopol na etykę. Zwierzęta nie mogą mieć poczucia dobra lub zła, ponieważ nie potrafią myśleć. Piętą achillesową nas wszystkich jest wiara w to, że jesteśmy jedyni w swoim rodzaju. Jakże trudno czasem postąpić właściwie, dlatego wiara w to, że takie zachowanie wyprowadza nas na unikalne wyżyny moralne, pomaga. Ale psychologia i neuronauka mają swoją opowieść. Podzielane obwody mogą być znacznie potężniejsze niż intelekt, gdy idzie o moralność. Nie zastanawiamy się w pierwszej kolejności nad tym, czy przysporzenie komuś cierpienia jest dobre czy złe. My to czujemy.

### **Etyka ma więcej wspólnego z odczuciami niż z myśleniem**

Psycholodzy tacy jak Joshua Greene z Harvardu i Jonathan Haidt z Uniwersytetu Wirginii doszli do wniosku, że świadome myślenie nie jest źródłem naszych decyzji moralnych. Nie pomagamy człowiekowi z pierwszej historyjki albo powstrzymujemy się od przekazania pieniędzy na ludzi w Afryce, ponieważ

zastanawiamy się nad tym i dochodzimy do wniosku, że to najlepsza możliwa decyzja. Zamiast tego po prostu *czujemy* się zmuszeni tak postąpić. Jeśli ktoś nas potem zapyta dlaczego, zaczynamy wynajdywać powody, które potrafimy wyrazić za pomocą słów.

Weźmy na przykład historię Julii i Marka, rodzeństwa, które pewnej nocy zostało samo w domu i uznało, że byłoby przyjemnie i interesująco, gdyby spróbowali seksu. Julia od dawna bierze pigułki antykoncepcyjne, a Mark dla pewności zabezpieczył się prezerwatywą. Obojgu bardzo się to spodobało, ale zdecydowali, że nigdy tego nie powtórzą. Ta noc stała się ich wspólnym sekretem, który ich jeszcze bardziej do siebie zbliżył. Co o tym sądzisz? Czy to, że się ze sobą przespali, było w porządku?

Większość ludzi, którzy słyszą tę historię, od razu stwierdza, że rodzeństwo nie powinno ze sobą sypiać. Jednak zapytani dlaczego, zdają się mieć trudności z odpowiedzią. Pojawiają się takie uzasadnienia, jak: „Cóż, jeśli rodzeństwo spłodzi dzieci, to te dzieci będą mieć wrodzone wady”, ale jeśli oboje stosują antykoncepcję, to jakie są na to szanse? Ludzie zwracają również uwagę na to, że takie doświadczenie może zranić emocjonalnie oboje, ale historyjka wyraźnie stwierdza, że ich to nie spotkało. Prędzej czy później, pytani o tę historię ludzie poddają się i oznajmiają: „Nie wiem, nie potrafię wyjaśnić, po prostu wiem, że to było niewłaściwe”[135].

Poczucie moralne dobra lub zła zdaje się nie pochodzić ani nie zależeć od rozumu, w przeciwnym wypadku odparcie racjonalnego uzasadnienia powinno radykalnie zmienić nasze odczucie względem danego problemu, co jednak nie ma miejsca. Dyskusja z intelektualnym rozumowaniem innych ludzi bardzo rzadko prowadzi do zmiany przez nich decyzji. W jakiś sposób po prostu „czujemy”, że coś jest właściwie lub niewłaściwe. Oczywiście, nasze moralne decyzje nie są całkowicie nieprzepuszczalne dla rozumowania. Wyobraź sobie na przykład, że twój przyjaciel Dave mówi ci, że zdradza swoją dziewczynę, Beatrice. Beatrice jest jednak również twoją dobrą przyjaciółką. Niedługo potem Beatrice pyta cię, czy sądzisz, że Dave ją zdradza – cóż za kłopotliwe położenie. Albo zdradzisz zaufanie Dave’a, albo okłamiesz Beatrice. Jeśli masz czas, pewnie złapiesz za telefon i poprosisz innych przyjaciół o radę. Twój przyjaciel może pokazać ci tę historię z nowej perspektywy, a ta nowa perspektywa może wywołać nowe i inne intuicyjne odczucia. Wcześniej twoje intuicyjne odczucia mogły być sterowane

przez wyobrażenie sobie, jakie to uczucie odkryć, że twój chłopak czy dziewczyna cię zdradza, ale potem twój przyjaciel może zapytać przez telefon: „Cóż, a gdybyś to ty był(a) Beatrice, wołał(a)byś wiedzieć?”. Takie pytanie może zmienić twoje odczucia. Jasne jest jednak, że nasze *odczucia* będą głównym powodem naszego zachowania i tylko jeśli przegadanie całej sprawy z przyjaciół zmieni nasze *odczucia*, w dramatyczny sposób zmienimy decyzję. Odkrycie to niesie ze sobą prostą radę, że jeśli chcesz, by ludzie zmienili zdanie na jakiś moralny temat, na przykład, czy aborcja jest dobra czy zła, przychodzenie z listą naukowych powodów na niewiele się zda. Musisz sprawić, by zobaczyli problem z perspektywy, która jest powiązana z innymi emocjami, by sprawić, że będą mieć w tej sprawie inne *odczucia*.

Zatem etyka nie tyle jest moralnym *rozumowaniem*, co raczej moralnym *odczuwaniem*. Intuicyjne odczucia są aktywnymi sędziami w sądzie obyczajności. Ciągłe jednak pozostaje bez odpowiedzi pytanie, *dłaczego* w ogóle mamy moralne uczucia. Jeśli zwierzęta, wliczając w to nas, są rezultatem „przetrwania najlepiej dostosowanych”, jak wyraził to brytyjski XIX-wieczny ekonomista Herbert Spencer, *dłaczego* powinny one kiedykolwiek mieć przykre *odczucia* spowodowane krwawiącym mężczyzną leżącym na poboczu?

### **Podzielane obwody są naszym głosem sumienia**

Jak widzieliśmy w poprzednich rozdziałach, podzielane obwody działania, emocji i wrażeń wspólnie sprawiają, że dzielimy działania, emocje i wrażenia innych osób. Jeśli wrócimy do przykładu mężczyzny leżącego na poboczu, to bez naszych podzielanych obwodów pozostałaby jedynie prosta decyzja. Jeśli mu pomożemy, jego krew wyląduje wszędzie na naszych fotelach. Wiemy o wirusowym zapaleniu wątroby typu C, HIV i tak dalej, a wizja naszych dzieci bawiących się potem na tych siedzeniach niemal wywołuje u nas mdłości. Cóż dostaniemy w zamian? Może „dziękuję”, ale bardziej prawdopodobny jest długi kwestionariusz do wypełnienia w szpitalu, a może nawet ryzykujemy, że ten człowiek umrze w samochodzie, a my będziemy podejrzani o morderstwo. Z drugiej strony, jeśli mu nie pomożemy, nikt nigdy nie musi się tego dowiedzieć, a my możemy zdążyć do domu na obiad. Decyzja jest naprawdę prosta.

Z podzielanymi obwodami to równanie staje się trochę bardziej złożone. Jeśli mu pomożemy, widok jego twarzy pełnej ulgi i dziękczynny ton jego głosu sprawią, że podzielimy jego ciepłe uczucie wiary w ludzkość, które pojawia się u tego, kto otrzymuje pomoc. Jeśli mu nie pomożemy, ból, który odczuwamy na jego widok oraz potem przypominając sobie jego krwawiącą nogę sprawi, że będziemy dalej cierpieć. Dzięki podzielanym obwodom nasza decyzja może się całkowicie zmienić.

Podzielane obwody sprawiają, że bierzesz trudne położenie innych pod uwagę, ale nie musi to jeszcze koniecznie oznaczać, że są one kluczowym czynnikiem decyzji moralnych. Jednakże wiele badań neuroobrazowych wskazuje, że jednak są. Jak przekonaliśmy się wcześniej, obserwowanie emocji innych ludzi, czy to wstrętu, szczęścia czy bólu, aktywuje te same obszary kory wyspy, które są aktywne, gdy sami doświadczamy podobnych emocji. Te same obszary stają się również aktywne, gdy czytamy o kłopotach innych ludzi[26]. Tym, czego nie wiemy, pozostaje to, czy ten obszar jest ważny również dla naszych moralnych decyzji.

Joshua Greene i jego współpracownicy szukali odpowiedzi na to pytanie, mierząc aktywność mózgu ludzi, którzy podejmowali trudne decyzje moralne[136]. Wyświetlali ludziom scenariusze takiego rodzaju: „Wrodcy żołnierze zajęli twoją wioskę i mają rozkaz zabicia wszystkich pozostałych przy życiu cywili. Ty i parę innych miejscowych osób szukało schronienia w piwnicy dużego domu. Z zewnątrz słyszysz głosy żołnierzy, którzy weszli do tego domu w poszukiwaniu czegoś cennego. Twoje dziecko zaczyna głośno płakać, więc przykrywasz mu usta dłonią, by stłumić szloch. Jeśli usuniesz ręce z ust, jego głos przyciągnie uwagę żołnierzy, którzy zabiją ciebie, twoje dziecko i wszystkich pozostałych w piwnicy. Aby uratować siebie i innych, musisz udusić własne dziecko. Czy zrobienie tego, by uratować siebie i innych mieszkańców wioski, byłoby właściwe?”. Badacze odkryli, że podjęcie decyzji w takiej sytuacji zajmuje ludziom wiele czasu i że dokładnie to samo miejsce w korze wyspy, które zgodnie z naszym badaniem jest ważne dla dzielania emocji innych ludzi, było również zaangażowane w podejmowanie tych decyzji.

W tym momencie możesz stwierdzić, że dzielane obwody mogą sprawić, że współdzielimy ból innych, ale jednak nasza decyzja pomagania albo nie, może zależeć od czegoś całkowicie innego. W końcu, gdyby jedynym powodem, dla



którego pomagamy innym ludziom, był fakt, powstrzyma nas to przed pośrednim odczuwaniem bólu, kiedy obserwujemy ich cierpienie, pomaganie nie byłoby niczym innym, jak tylko bardziej subtelną formą egoizmu. Nie pomagalibyśmy naprawdę innym ze względu na altruistyczne i moralne poczucie szczodrości, ale po prostu po to, aby egoistycznie powstrzymać pośredni ból, który ból innych ludzi wywołuje w środku nas.

Badania przeprowadzone przez psychologa społecznego Daniela Batsona i jego współpracowników z Uniwersytetu Kansas pokazały, że nasze moralne uczucia są w istocie częściowo kierowane przez awersję do podzielenia bólu innych osób. Uczestnicy eksperymentu obserwowali, jak inne osoby zostają porażone prądem, rzekomo w ramach eksperymentu związanego z uczeniem się. Połowa osób wiedziała, że będzie musiała obejrzeć całą serię dwunastu elektrowstrząsów. Druga połowa wiedziała, że tamte osoby przejdą dwanaście elektrowstrząsów, ale oni sami będą musieli obejrzeć tylko dwa z nich.

Po pierwszych dwóch elektrowstrząsach, obserwatorzy byli pytani, czy byliby skłonni pomóc innym osobom, zajmując ich miejsce, a jeśli tak, to jak wiele wstrząsów zgodziliby się przyjąć. Jeśli powód, dla którego ludzie oferowali pomoc, był częściowo egoistyczny – czyli robili to po to, aby zredukować wywołany oglądaną sceną pośredni ból – to osoby, które miały obejrzeć wszystkie pozostałe dziesięć elektrowstrząsów, oczekiwałyby doświadczenia większej ilości pośredniego bólu i powinny w takim razie pomagać bardziej. Jeśli pomaganie byłoby wywołane mniej egoistycznymi motywacjami, to wiedza, że inne osoby doznają kolejnych dziesięć wstrząsów, powinna prowadzić do takiego samego pomagania w obu przypadkach. Rezultaty były mieszane. Ludzie, którzy mogli odejść od razu, i tak zgadzali się na przyjęcie około jednej trzeciej elektrowstrząsów innych osób, pokazując, że pomaganie może być wywołane przez współczucie pozbawione perspektywy przyszłego pośredniego bólu, ale te osoby, które miały zostać do końca, zgadzały się przyjąć nawet o 60% więcej elektrowstrząsów, co pokazuje, że im więcej bólu ludzie spodziewali się musieć pośrednio dzielić, do tym większej pomocy byli skłonni.

Nie wszyscy ludzie są równie empatyczni. Skale, jak kwestionariusz empatii Daviesa, mierzą takie różnice[14]. Fakt, że ludzie, którzy osiągają większą liczbę punktów na podskali osobistej przykrości, aktywują swoje własne emocje silniej, gdy są świadkami emocji innych ludzi, pozwala przewidywać, że to oni będą

bardziej pomagać innym ludziom. Tak jest w istocie, ale ten związek zmienia się wraz z wiekiem. Nawet bardzo małe dzieci dzielają przykrości innych: cały pokój noworodków zaczyna płakać, jeśli jeden z nich płacze, tak jakby dzieliły jego emocje. Pomaganie zaczyna się jednak później, gdy dziecko zrozumie, że dzielane uczucie nie jest jego własnym bólem, ale bólem kogoś innego i że pomoc tej osobie jest sposobem na zredukowanie własnego bólu. Na skali empatii odzwierciedla to przejście od osobistej przykrości, to jest poczucia dyskomfortu wywołanego widokiem bólu innych, do bardziej dojrzałej empatycznej troski, to jest poczucia impulsu do pomagania w obliczu bólu innej osoby.

### **Współczucie u zwierząt**

Jeśli dzielane obwody znajdują się u podstaw naszej etyki i troski o innych, to fakt, że zwierzęta posiadają neurony lustrzane, sugerowałby, że mogą one mieć przynajmniej pewne formy etyki. Czy tak jest w rzeczywistości? Odpowiedź brzmi: tak.

Wyobraź sobie, że siedzisz głodny w więziennej celi. U góry dyndają dwa łańcuchy, zawieszony na suficie – jeśli pociągniesz za jeden z nich, z umieszczonej w ścianie rurki wypadnie niewielki kawałek chleba. Zważywszy na to, że jesteś głodny, będziesz pociągał za łańcuch co chwilę, by zdobyć pożywienie. Ale następnie coś się zmienia. Za każdym razem, gdy ciągniesz za łańcuch, ktoś w następnej celi zaczyna krzyczeć z bólu. Czy przestałbyś ciągnąć za łańcuch? Większość z nas by tak zrobiła. Jesteśmy ludzcy i jest do dla nas powodem do dumy. Psychiatra i psychoanalityk Jules Masserman i jego współpracownicy z Northwestern University Medical School odkryli, że małpy robią tak samo[137]. Dosłownie wszystkie z nich wolałyby głodować niż ciągnąć za łańcuch, co dostarczyłoby im jedzenia, ale sprawiło także, że inna małpa zaczęłaby cierpieć. Niektóre małpy przestały ciągnąć za łańcuch przez całe dwanaście dni, po tym jak zaledwie raz były świadkami tego, że powoduje to ból innej małpy (była ona rażona prądem). Podczas tego eksperymentu ścianka oddzielająca dwie małpy była przezroczysta, więc rażona prądem małpa mogła widzieć, kto pociągał za łańcuch. Czy ta druga małpa przestawała ciągnąć za łańcuch, ponieważ bała się odwetu? Nie. Makaki żyją w bardzo hierarchicznym świecie, w którym mniejsze małpy nie atakują większych. Jednakże to, czy rażona prądem małpa była większa

czy mniejsza niż małpa, która mogła pociągać za łańcuch, nie robiło żadnej różnicy. Tym, co *miało* znaczenie, było to, jak dobrze małpy się znały. Jeśli dzieliły tę samą klatkę, małpy były nawet jeszcze bardziej wstrzemięźliwe w zadawaniu sobie wzajemnie bólu, nawet jeśli doznająca elektrowstrząsów małpa była zbyt mała, by wziąć odwet. Podobnie jak dla nas, także dla małp sprawianie innym bólu nie jest przyjemne – zwłaszcza jeśli się nawzajem znają.

Ale nie zrozummy źle tego odkrycia. Przez lata, gdy pracowałem z makakami, widziałem, jak ze sobą walczyły i paskudnie się raniły, zdarzało się nawet, że odgryzały innym osobnikom całe palce. Makaki to agresywne zwierzęta, przygotowane do stosowania skrajnej przemocy, by wspinać się po szczeblach drabiny społecznej. Opisany eksperyment pokazuje jednak, że prawdziwie empatyczne i moralne uczucia istnieją u tych małp – nawet jeśli współwystępują one z brutalnymi zachowaniami. Zresztą, podobnie jest u ludzi, którzy mogą wieczorami okazywać empatię swoim dzieciom, a za dnia pracować w kierownictwie obozu koncentracyjnego.

Powstrzymanie się przed pociąganiem za jeden łańcuch, jeśli masz do wyboru inny, to jedna rzecz, ale ludzie – możesz zauważyć – ryzykują życie dla innych! Z pewnością żadne zwierzę niczego takiego by nie zrobiło! Angielska prymatolożka Jane Goodall żyła z szympanсами w Tanzanii przez ponad 50 lat, a jej świadectwo zebrane w książce *Przez dziurkę od klucza* pokazuje nam, że szympansy mogą zachowywać się równie heroicznie, jak ludzie.

Jakkolwiek w społeczeństwach szympanszych ryzyko najczęściej jest podejmowane dla ratowania krewniaków, znamy jednak przypadki narażania zdrowia, jeśli nie życia, również dla niespokrewnionych towarzyszy. [Szympan o imieniu] Evered nadstawiał karku, atakując rozszalałego dorosłego pawiana, żeby ratować wyrostka Mustarda, przygwoźdzonego podczas polowania (...). Szympansy nie potrafią pływać i toną w głębokiej wodzie, jeśli nie zostaną od razu wyciągnięte (...). Pewien dorosły samiec utonął, ratując młode szympansiątko, któremu nieostrożna matka pozwoliła wejść do wody (J. Goodall, *Przez dziurkę od klucza*, tłum. J. Prószyński. Warszawa: Prószyński i S-ka, 1995, s. 227–228).

## **Uczucia moralne a uczenie się**

Podczas rozwoju osobniczego coś bardzo ważnego dzieje się z naszymi uczuciami moralnymi. Gdy jesteśmy małymi dziećmi, możemy kraść zabawki naszym kolegom. Jeśli następnie zobaczymy, że kolega płacze, a rodzice są zdenerwowani, żałujemy naszego działania, ale w tym momencie krzywda została już wyrządzona. Gdy jesteśmy dorośli sama perspektywa zdradzenia naszego partnera wystarcza, byśmy odczuli winę. Co się stało? Psycholodzy mówią o internalizacji wartości, odwołując się do faktu, że jeśli nasi rodzice czują złość z powodu jakiegoś naszego zachowania, „internalizujemy” ich wartości i zaczynamy mieć negatywne odczucia na temat własnego zachowania. Podzielane obwody w uczącym się mózgu pomagają nam zrozumieć, jak ta internalizacja moralnych wartości zachodzi.

Jak przekonaliśmy się w kontekście nauki przez obserwację, wszystkie wyżej rozwinięte organizmy wykorzystują mechanizm uczenia się nazywany warunkowaniem instrumentalnym, w którym rezultat działania wpływa na to, czy będziemy w przyszłości powtarzać dane zachowanie, czy go unikać. W samym tym potężnym mechanizmie indywidualnego uczenia się nie ma niczego społecznego. Jednak w połączeniu z podzielanymi obwodami staje się on narzędziem socjalizacji. Jeśli zabierzemy zabawkę koledze, sprawiając, że się rozpłacze, a nasi rodzice będą źli, podzielimy ten smutek i złość, tworząc asocjacje między tymi emocjami a zachowaniem kradzieży. W rezultacie kradzież zacznie w nas wywoływać nieprzyjemne uczucia i będziemy ją ograniczać. Jeśli, z drugiej strony, pocieszymy płaczącego kolegę, podzielimy jego wdzięczność i będziemy czuć się coraz lepiej w przypadku takich działań. Decyzja kraść czy nie kraść zostanie zdominowana przez uczucia, które nauczyliśmy się kojarzyć z tymi działaniami – uczucia, które odtąd poprzedzają działanie i mogą mu dzięki temu zapobiegać – dzięki czemu nie musimy czekać i odkrywać, jak na nasze działanie zareagują inni. Z tego powodu tłumaczenie dzieciom, jak inni ludzie czują się w związku z ich zachowaniem, może pomóc przyspieszyć moralną socjalizację.

**Zagadka ewolucyjna: dlaczego samolubne geny troszczą się o innych?**

Podzielane obwody pozwalają nam zrozumieć naturę naszych moralnych uczuć. Ze względu na nie, pomaganie innym oznacza pomaganie sobie i wiąże się z pozytywnym odczuciem, ponieważ stwarza historię dzielonej radości, podczas gdy krzywdzenie innych oznacza krzywdzenie siebie i jest nieprzyjemne, ponieważ tworzy historię dzielonego bólu. Biolodzy nazywają to *bliższą* przyczyną uczuć moralnych, to znaczy tym, co powoduje je tu i teraz. Zupełnie innym pytaniem jest to, w jaki sposób doszliśmy do posiadania moralnych uczuć w ciągu eonów ewolucji, co biolodzy określiliby jako ich *ostateczną przyczynę*. Naukowcy zastanawiali się, dlaczego u zwierząt wyewoluowała troska o innych, ponieważ wydaje się ona marnowaniem energii w świecie zdominowanym przez przetrwanie dostosowanych.

Rodzice troszczą się o potomstwo. U zwierząt oznacza to rezygnację z dużej ilości pożywienia i narażanie życia. Dla ludzi z kolei nieprzespane noce i wydatki na edukację. Wyjaśnienie takiej szczodrości jest łatwe. Jeśli gen promuje opiekę rodzicielską, dzieci odziedziczą ten sam gen w 50% przypadków (ponieważ połowa genów pochodzi od drugiego rodzica). Gwarantując, że dzieci znajdą się pod troskliwą opieką, gen w ten sposób faworyzuje sam siebie – to znaczy własne kopie w dzieciach. Jednym ze sposobów na osiągnięcie sukcesu w darwinowskiej selekcji jest zatem troska o własne dzieci. Ale nie wyjaśnia to, dlaczego chcemy pomagać zakrwawionemu człowiekowi na poboczu, jak w naszym pierwszym przykładzie.

Przez długi czas biolodzy ewolucyjni nie rozumieli, dlaczego jakiegokolwiek zwierzę miałoby kiedykolwiek pomagać komuś w takiej sytuacji. Następnie popularność zdobyło pojęcie *mutualizmu*. Dla zwierząt prowadzących samotniczy tryb życia, takich jak koty, pomaganie innym kotom nie daje właściwie żadnych korzyści, jeżeli nie są one spokrewnione. Ale u małp, które żyją w grupie społecznej, sprawa wygląda inaczej. Małpom na wolności żyje się bardzo kiepsko, jeśli zostaną oddzielone od swojej grupy. To właśnie w ramach grup społecznych moralność i empatia stały się strategiami przetrwania. Wyobraź sobie dwie różne grupy małp. Jedna z grup posiada gen, który sprawia, że małpy dzielą bóle i radości innych małp (czyli posiadają podzielane obwody), druga grupa tego genu nie ma. Teraz wyobraź sobie, że do obu grup zbliża się drapieżnik. W pierwszej grupie drapieżnik może dopaść jedną małpę, ale jej rozpaczliwe krzyki zmotywują inne małpy do pomocy. Razem mogą przegonić drapieżnika

i wszystkie osobniki przetrwają. Pojęcie mutualizmu jest tutaj bardzo ważne, ponieważ te osobniki, które pomagają dzisiaj, ponoszą obecnie koszty ze względu na to, że drapieżnik może je zranić, gdy udzielają pomocy, ale jutro one same mogą być ofiarą i odnieść korzyść z pomocy innych osobników. Pomagająca mała odnosi więc niebezpośrednią korzyść – jest nią potencjalna odwzajemniona pomoc innych osobników.

W dłuższej perspektywie korzyści związane z uzyskaniem pomocy mogą przeważać koszty pomagania. Choć każda mała może odnieść jakieś zadrapania i zarobić siniaki, to jednak wszystkie osobniki przeżyją. W drugiej grupie ten sam drapieżnik odizoluje jedną małą, a inne po prostu uciekną. Choć dla uciekającej mały w krótkiej perspektywie świetną wiadomością jest to, że dopóki drapieżnik będzie się pożywiał tą pierwszą upolowaną krewniaczką, to kolejnej nie zaatakuje, to jednak w dłuższej perspektywie może nadejść pora i na tę małą, a wtedy to jej z pomocą nie przyjdzie żadna inna.

Uważniejsze przyjrzenie się temu rozumowaniu ujawnia jednak jego wady. Grupa jako całość będzie odnosić korzyści z takich altruistycznych genów, jednak to nie grupa posiada geny – to osobniki je mają. Jeśli w drugiej, samolubnej grupie pojawi się pojedyncza mała z empatycznym genem, ta mała będzie spieszyła na ratunek innym, ryzykując życiem, ale sama nie uzyska zwrotnej pomocy. Jak w takim razie altruizm mógł zostać zapoczątkowany?

Pierwszym istotnym czynnikiem jest to, że większość współczesnych naczelnych jest matrylokalnych, co oznacza, że samce przechodzą do sąsiednich grup, ale samice zostają w tej, w której się rodzą. W rezultacie większość, jeśli nie wszystkie, samice w grupie są bezpośrednio ze sobą spokrewnione. U samców sytuacja jest trochę inna, ponieważ choć dominujące samce mogą być ojcami wielu dzieci, to nowo przybyłe osobniki nimi nie są. W ogólnym rozrachunku samce są słabiej spokrewnione z innymi członkami grupy niż samice.

Pewna różnica w altruizmie wydaje się nieunikniona. Gdy samice małą pomagają innym w ramach swojej grupy, istnieje spora szansa, że ta mała posiada kopię tego samego altruistycznego genu, i że pomagająca mała w ten sposób promuje swoje własne geny. Szansa na to, że członek grupy posiada ten gen jest niższa niż wtedy, gdy mała pomaga własnym dzieciom i będzie ona robić mniej dla członków grupy niż dla własnych dzieci, ale i tak więcej dla członków swojej grupy niż dla przedstawicieli sąsiednich społeczności.

Myszę, że wszyscy doświadczamy podobnego gradientu własnej szczodrości. Zrobimy prawie wszystko dla swoich dzieci i bezpośrednich krewnych, mniej dla osoby leżącej na poboczu drogi w naszym sąsiedztwie i jeszcze mniej dla ludzi zamieszkujących tereny na innych kontynentach. Odległość ma znaczenie. Nasza powściągliwość w obdarowywaniu anonimowych dzieci w Afryce może mieć coś wspólnego z tymi prostymi prawami pokrewieństwa.

Samcom jednak trudniej ustalić, czy członek ich grupy jest z nimi spokrewniony. Jeśli przybyliśmy właśnie do nowej grupy (ponieważ zostaliśmy wyrzuceni z naszej własnej), będziemy dzielić mniej genów z członkami tej grupy, niż samice. Stanie się uniwersalnym altruistą, jak samice, będzie zatem często oznaczało pomaganie komuś, z kim nie łączą nas więzy krwi. Rozwiązanie tego problemu polega na tym, by nie stać się równie empatycznym dla wszystkich. Pomaganie jest korzystne tylko wtedy, jeśli możemy liczyć na pomoc zwrotną, czyli powinniśmy pomagać jedynie tym, którzy nam kiedyś pomogli lub pomogą w przyszłości, a nie tym, którzy w przeszłości odmówili nam pomocy. Mechanizm nie polega już więc na pomaganiu, by promować własne geny, ale na zwiększaniu szansy na otrzymanie pomocy w przyszłości. Taka strategia wymaga sporej mocy obliczeniowej mózgu. Musimy zapamiętywać, kto jest dobry, a kto zły i kto nam pomógł w przeszłości. Nawet jeszcze trudniejsze jest to, że w idealnych warunkach powinniśmy również pomagać tym, którzy pomogą nam jutro (nawet jeśli tego jeszcze nie wiemy), ponieważ jeśli oni wykorzystują tę samą regułę, to nam nie pomogą, jeżeli zapamiętają, że my sami nie pomogliśmy im wcześniej. Zatem nie tylko musimy kontrolować to, kto nam *pomógł*, ale musimy również zgadywać, kto nam *pomoże*. Nie jest więc zaskakujące, że zwierzętami, które naprawdę wkładają wysiłek w pomaganie innym zwierzętom, nie są ślimaki czy żaby, ale bardziej inteligentne istoty społeczne, takie jak ludzie i inne naczelne, delfiny, nietoperze i słonie. Nie jest tak dlatego, że wszystkie te gatunki są tak mądre, że są w stanie racjonalnie rozstrzygać, co jest dobre, a co jest złe, ale dlatego, że ich mózgi pozwalają im rozpoznawać inne osobniki i zapamiętywać, co który uczynił.

Tego rodzaju różnice płciowe, gdy samce są bardziej wybredne co do tego, z kim empatyzować, to jest dokładnie to, co wykazał eksperyment Tani Singer[69]. Obserwowanie, że ktoś, kto był dla ciebie szczodry, doznaje elektrowstrząsu, sprawia, że odczuwasz jego ból, co potencjalnie motywuje

pomaganie. Zobaczenie, jak ktoś, kto nie był fair w stosunku do ciebie, też zostaje potraktowany prądem, aktywuje empatię u kobiet, ale ośrodki przyjemności u mężczyzn. Takie przepuszczanie empatii przez bramkę sprawiedliwości wydaje się faktycznie nie być ograniczone do ludzi. Małpy podziela się żywnością z inną małpą, ale dadzą jej więcej tym osobnikom, którzy podzielili się żywnością w przeszłości<sup>[20]</sup>.

Pomaganie komuś tylko dlatego, że może on sam kiedyś pomógł albo może pomóc w przyszłości, wydaje się nazbyt rachmistrzowskie. Czy faktycznie coś takiego dzieje się w naszych głowach, gdy widzimy zakrwawionego człowieka na poboczu? Czy to samo dzieje się w głowie małpy, gdy nie pociąga ona za łańcuch? Nie, po prostu dzielimy wówczas ból, co motywuje nas do pomagania. Ostateczna, ewolucyjna przyczyna zachowania jest różna od przyczyny bliższej.

Ogólnie mówiąc, to emocje są tym, co wprawia nas w działanie. Ewolucja manipuluje tymi emocjami, by sterować naszym zachowaniem. Pijemy wodę, jemy, śpimy, uprawiamy seks, ponieważ to przyjemne. To samo tyczy się empatii i naszego zmysłu moralnego. Małpy oraz prawdopodobnie większość ludzi nie powstrzymają się przed krzywdzeniem innych, ponieważ przekalkulowały, że dzięki temu odniosą większy sukces, ale dlatego, że krzywdzenie innych jest bolesne. W ułamku sekundy małpa musi zdecydować, czy pospieszyć z pomocą towarzyszowi, jest mało prawdopodobne, by pomyślała wtedy o przyszłych szansach na odwzajemnienie tej pomocy. Po prostu odczuwa przyływ współczucia i rzuca się na tych, których działania wywołały ich wspólny ból. Emocje to kalkulacje wykonane przez ewolucję.

W latach 80. politolog Robert Axelrod oraz biolog ewolucyjny William D. Hamilton, obaj pracujący na Uniwersytecie Michigan, zorganizowali wspólnie konkurs. Każdym z uczestników był program komputerowy, który miał grać w grę – dylemat więźnia, z którym spotkaliśmy się wcześniej w kontekście eksperymentu Tani Singer – przeciwko innym programom komputerowym. W tej grze każdy z graczy decyduje, czy chce współpracować, czy zdradzić. Jeśli obydwa programy zdecydują się kooperować, każdy dostanie 3 punkty. Jeśli jeden współpracuje, a drugi zdradza, ten pierwszy otrzymuje 0 punktów, a drugi 5. Jeśli oba zdradzają, każdy dostaje po 1 punkcie.



Gra przypomina wiele przejawów ludzkiej kooperacji. Jeśli dwaj partnerzy współpracują w biznesie, radzą sobie lepiej niż każdy z nich samodzielnie, ale będą musieli dzielić się zyskami. Jeśli jeden wkłada pieniądze w biznes, a drugi je wszystkie zabiera i ucieka, pierwszy traci wszystko, a drugi wszystko wygrywa i nie musi dzielić się połową korzyści. Wyzwaniem dla programów komputerowych było znalezienie najlepszej strategii w tej grze.

Spośród wszystkich programów, które wzięły udział w konkursie, najlepiej radził sobie taki, który opierał się na zaskakująco prostej strategii „wet za wet”. Ten program zawsze współpracuje w pierwszej turze. Jeśli przeciwnik kooperuje, odwzajemnia kooperację, ale jeśli zdradza – odwzajemnia zdradę. Ta strategia radziła sobie lepiej niż strategia, w której zawsze następowała zdrada. Co bardziej zaskakujące, wet za wet zdołał sobie świetnie poradzić nawet mimo tego, że wiele programów biorących udział w konkursie było raczej złych i zdradzało, kiedy tylko mogło. Ten turniej programistyczny pokazuje nam, że nawet w wymagającym świecie wrogich programów komputerowych skłonność do kooperacji na pierwszym spotkaniu spłaca się, a skłonność do kooperacji, gdy tylko ktoś z tobą kooperował przy wcześniejszym spotkaniu, zapewnia przewagę.

Podzielane obwody i uczucia moralne byłyby zatem sposobem na programowanie w naszym mózgu strategii wet za wet. Przy pierwszym spotkaniu powinienem dzielić twoje uczucia, a to zmotywuje mnie do pomagania tobie. Jeśli odwzajemnisz moją pomoc, będziemy sobie wzajemnie pomagać, ponieważ przyjemnie jest dzielić radość tych, komu pomagamy i źle jest czuć ból tych, których zdradzamy. Jeśli jednak mnie zdradzisz, moje uczucia zmieniają się i nie będę już podzielać twojego bólu, ale raczej szukał zemsty. Ten instynkt „oko za oko” ochrania nas przed wychodzeniem na frajerów.

## **Psychopatia – ciemna strona moralności**

Psychopaci jednocześnie nas fascynują i przerażają. Gdy oglądamy, jak Hannibal Lecter manipuluje agentką FBI Clarice, nie potrafimy się oprzeć hipnotyzującej miksturze inteligencji i wyrachowania, która cechuje ten filmowy portret psychopaty. Jednocześnie czujemy napięcie i strach, ponieważ odczuwamy, pomimo połysku wyszukania, że Hannibal jest zdolny do straszliwych zbrodni.

Tacy ludzie jak Hannibal Lecter są intrygujący. Z jednej strony zdają się być przebiegłymi, makiawelicznymi ludzkimi manipulatorami. Z drugiej strony straszliwe zbrodnie, jakie popełniają bez wyrzutów sumienia, sugerują u nich brak empatii. Musimy się zatem zastanowić, co naprawdę cechuje psychopatów, dlaczego brakuje im empatii i dlaczego społeczne umiejętności psychopaty zdają się być rozłączone z ich brakiem empatii. Jeśli to odkryjemy, będziemy mogli nie tylko ochraniać społeczeństwo przed najbardziej niebezpiecznymi psychopatami, ale również znajdziemy się na drodze prowadzącej do lepszego zrozumienia moralności i tej szczególnej selektywności podzielanych neuronów na uczciwych ludzi.

### **Jak sprawdzić, czy ktoś jest psychopatą**

Psychopaci nie istnieją wyłącznie w horrorach Hollywood. Pokażny odsetek przestępców, zarówno przebywających w więzieniach, jak i znajdujących się na wolności, to psychopaci. Niewielu z nich dopuszcza się dziwacznych przestępstw w stylu Hannibala Lectera, ale większość łączy talent do manipulacji z brakiem skruchy. Dosłownie, słowo *psychopatia* pochodzi od *psyche*, czyli dusza/umysł, i *pathos*, czyli choroba, ale większość specjalistów od zdrowia psychicznego stosuje to określenie do ludzi, którzy nie stracili kontaktu z rzeczywistością, niemniej jednak krzywdzą innych bez odczuwania winy lub empatii. Słowo *socjopatia* często używane jest jako synonim psychopatii, by podkreślić społeczny wymiar tego zaburzenia.

Zawodowi psycholodzy i psychiatrzy sformalizowali diagnozę psychopatii w ciągu ostatnich dekad, rozwijając zestaw kryteriów, które pozwalają nam odróżnić psychopatów od zwyczajnych przestępców oraz innych osób z zaburzeniami psychicznymi. Zwłaszcza Robert D. Hare, emerytowany profesor psychologii na Uniwersytecie Kolumbii Brytyjskiej, poświęcił większą część swojej kariery akademickiej rozwojowi Skali Obserwacyjnej Skłonności Psychopatycznych, która pozwala klinicystom na całym świecie wiarygodnie diagnozować i kwantyfikować psychopatię[138]. Zgodnie z listą kontrolną Hare'a, prototypowego psychopatę cechuje połączenie czterech zestawów cech, których ostatnim jest niepokojący brak empatii<sup>[21]</sup>.

## **Psychopaci kłamią bez zająknięcia**

Psychopaci są trochę jak frazesy wypowiedane przez dilerów używanych samochodów. Brzmia świetnie, ale to, o czym mówią, ma niewiele wspólnego z prawdą. Mogą cię okłamać, a jeśli ich na tym przyłapiesz, przeskoczą do nowej wersji bez najmniejszej oznaki zażenowania. Wierzą, że są wyjątkowi i mają dar, co daje im poczucie posiadania specjalnych przywilejów, przekonanie o tym, że wolno im brać co chcą, i że stoją ponad prawem.

Jednym z aspektów, który sprawia, że psychopaci są tak skuteczni i fascynujący, jest ich zdolność do wyrządzania krzywdy i manipulowania ludźmi. Psychopaci zdają się intelektualnie bardzo szybko wykrywać, co kogoś „kręci” i skutecznie to wykorzystują. Na przykład Ted Bundy, amerykański seryjny morderca, który przyznał się do zabicia dwudziestu dziewięciu kobiet, wabił swoje ofiary do siebie, chodząc o kulach, których nie potrzebował, byle tylko wyglądać na niegroźnego. Jak tylko zidentyfikował kobietę, która zdawała się być gotowa mu pomóc, upuszczał torbę z zakupami obok swojego samochodu, a gdy kobieta podchodziła, by mu pomóc, uderzał ją w głowę jedną z tych samych kul, które sprawiły, że kobieta mu zaufała, wsadzał ją do samochodu i wywoził gdzieś, by ją zgwałcić i zamordować. Zdolność psychopatów do wyrachowanego przygotowania i realizacji planu manipulowania ludźmi oraz zastosowania go, by sterować ofiarą, stanowi ich niedościgniony talent.

## **Socjopaci wiodą impulsywny i pasożytniczy styl życia**

Psychopaci przypominają także małe dzieci w tym, że zdają się być pozbawieni kontroli, jaką większość dorosłych narzuca na swoje własne zachowanie. Jeśli małe dziecko widzi stos cukierków, to nawet jeśli wie, że nie powinno ich wszystkich zjeść, odczuwana pokusa będzie prawdopodobnie silniejsza od dziecięcej samokontroli. Jeśli później zapytasz dziecko, dlaczego zjadło wszystkie cukierki, odpowiedź będzie się sprowadzać do czegoś w rodzaju: „Bo mi posmakowały”. Socjopaci nigdy nie wyrastają z tego etapu.

Socjopaci również nie potrafią planować przyszłości, by osiągać swoje cele. Może im się marzyć kariera pilota, ale nie zaplanują tego, co zrobić, by dostać się do szkoły lotniczej. Za to mogą sfabrykować swoje kwalifikacje i zachowywać się tak, jakby byli pilotami, oszukańczo znajdując sposób na zdobycie pracy, zupełnie

jak Leonardo di Caprio zrobił w filmie *Złap mnie jeśli potrafisz*. Również pasożytują oni na życiu innych. Z radością zamieszkają z kobietą, pozwalając jej opłacać wszystkie rachunki i emocjonalnie zainwestować w związek, ale sami nigdy nie poczują chęci lub powinności, by się odwzajemnić.

## **Psychopaci mają historię zachowań antyspołecznych**

Przeszłość psychopaty to opowieść o krzywdach wyrządzanych innym osobom, czego początki często sięgają dzieciństwa. Dzieci, które stają się dorosłymi psychopatami, często kłamią oraz oszukują częściej niż ich koleżanki i koledzy. Kradną, podpalają, zakłócają lekcje, zażywają narkotyków, dopuszczają się wandalizmu. Nierzadko znęcają się nad zwierzętami, znacznie częściej niż ich rówieśnicy.

Jako dorośli, psychopaci na ogół uważają prawo i reguły społeczne za niewygodne i nierozsądne przeszkody dla ich aspiracji i zachowują się tak, jakby takie reguły nie były przeznaczone dla nich. W rezultacie większość psychopatów będzie mieć najczęściej długą listę popełnionych przestępstw i w przeciwieństwie do większości więźniów, którzy posiadają jakąś specjalizację (np. napady na bank), psychopaci zwykle mają mieszaną historię kryminalną, łączącą napaści na tle seksualnym, kradzieże i przemoc. Niektórzy psychopaci zdają się posiadać wystarczającą kontrolę nad swoim zachowaniem, by trzymać się z dala od więzienia, ale będą działać w szarej strefie prawa, będąc uwikłanymi w podejrzanę, ryzykanckie działania biznesowe, albo będą emocjonalnie krzywdzić swoich małżonków i członków rodziny.

## **Nie empatyzuj: myśl!**

Dlaczego psychopaci manipulują innymi i ich krzywdzą? Dlaczego ignorują prawo i zasady społeczne? Wierzę, że odpowiedź na to pytanie ma coś wspólnego z podzielanymi obwodami. Przypomnij sobie jakąś sytuację, gdy spowodowałeś komuś przykrość. Na przykład jak znęcałeś się nad słabszym kolegą z klasy, wrywałeś skrzydła owadom albo zepsułeś romantyczną randkę. Co czujesz? Większość z nas doświadczy nieprzyjemnego uczucia, które odbija ból, jaki zadaliśmy. Ważnym jest, że to awersyjne odczucie sprawia, iż chcielibyśmy w tamtej sytuacji zachować się inaczej i zniechęca nas do powtarzania tego

zachowania. W istocie skutecznym sposobem uczenia dzieci niekrzywdzenia innych jest promowanie ich empatycznej przykrości i zwracanie uwagi na ludzkie cierpienie, które spowodowały swoim zachowaniem[139]. W oparciu o to empatyczne odczucie większość normalnych dzieci szybko nauczy się, że naruszanie reguł, które krzywdzi innych (np. nie bij innych osób) jest czymś gorszym i fundamentalnie innym niż naruszanie reguł, które nie prowadzi do wyrządzania krzywdy (np. mówienie z pełnymi ustami).

Psychopaci zdają się być dość niewrażliwi na ten proces i potrafią wspominać o potwornych krzywdach, jakie innym wyrządzili, z przerażającą nonszalancją. „Facet powinien mieć pretensje tylko do siebie” – jeden ze skazańców w rozmowie z Hare’em powiedział tak o mężczyźnie, którego zamordował w czasie kłótni o zapłatę rachunku w barze. „Wyraźnie było widać, że jestem w kiepskim nastroju. Po co mnie wkurzał?” – dodał. „Zresztą wcale nie cierpiał. Pchnięcie nożem w tętnicę to najłżejsza śmierć”[140: s. 63]. Dla nich krzywdzenie innych wydaje się tak trywialnym pogwałceniem reguły, jak mówienie do kogoś z pełnymi ustami dla większości z nas. Dla nich morderstwo jest łamaniem bardziej *konwencjonalnej* niż *moralnej* reguły – właśnie to odróżnia psychopatów od niepsychopatycznych przestępców. Choć wszyscy jesteśmy zdolni skrzywdzić inne osoby, większość z nas poczułaby się z tym źle. Nie psychopaci. „Wina? (...) Jest iluzją (...) i jest bardzo niezdrowa” – stwierdził Ted Bundy[141].

Brak wrażliwości na krzywdę u psychopatów nie jest ograniczony do ich percepcji innych. Również o swoich emocjach mówią oni w abstrakcyjny, sztuczny sposób. Znają słowa, ale nie bardzo wiedzą, jakie uczucia normalnie im towarzyszą. Większość z nas, gdy się boi, doświadcza całego bogactwa cielesnych odczuć: nasze dłonie zaczynają się pocić, serce zaczyna uderzać szybciej, ściska nas w żołądku. U psychopatów te fizjologiczne reakcje są znacznie mniej wyraźne[142, 143]. „Kiedy obrabiam bank, widzę, że kasjerka się trzęsie albo nie może wykrztusić słowa. Jedna nawet puściła pawia na banknoty. Chyba kompletnie wymiękła, ale nie wiem dlaczego”[140: s. 54].

Doświadczenia emocjonalne psychopatów zdają się być zdominowane przez podstawowe motywacje, które przypisalibyśmy lwu, takie jak chuć, głód i frustracja, a nie strach, złość, szczęście, wstęret, zaskoczenie i smutek, które są typowe dla emocjonalnego życia większości dorosłych ludzi.

## Bez strachu

W kontekście podzielanych obwodów staje się uderzające, że może istnieć związek przyczynowy pomiędzy emocjonalną płytkością psychopatów, a ich brakiem empatii. Jak widzieliśmy w przypadku uszkodzonej kory wyspy, zdolność do odczuwania emocji może być niezbędnym warunkiem empatyzowania z tą emocją[54, 55]. Jeśli psychopata nie doświadcza nieprzyjemności równie żywo jak większość z nas, jego podzielanym obwodom brakuje obrazu, którego potrzebują, by odbijać cudze przykrości.

Jeden z rozmówców Hare'a, człowiek o wysokim wyniku w Skali Obserwacyjnej Skłonności Psychopatycznych, bardzo trafnie zilustrował ten związek pomiędzy uczuciem a empatyzowaniem: „(Moje ofiary) boją się, tak? Ale nie bardzo to rozumiem. Sam miewałem stracha i nie było to nieprzyjemne”[140: s. 77]. Jak strach może nie być nieprzyjemny? Ten psychopata zapewne nigdy nie doświadczył tej emocji. Nauczył się używać słowa „strach” w odpowiednim kontekście (na przykład, gdy ktoś celuje ci z pistoletu w głowę), ale brakuje mu fizjologicznych i afektywnych konotacji, które ucieleśniają strach i sprawiają, że dla większości z nas jest awersyjny. Podzielane obwody w jego mózgu nie mają więc z czym tworzyć asocjacji na widok mimiki i zachowania jego ofiar. Reakcje ofiar pozostają płytkim i pustym pojęciem.

## Mroczna sztuka uciszania empatii

Psychopaci zręcznie kontrolują i wykorzystują innych ludzi. W przeciwieństwie do osób autystycznych, dla których inni pozostają tajemniczy, dla psychopatów myślenie o życiu wewnętrznym pozostałych ludzi i wykorzystywanie tych myśli, by coś zaplanować albo kimś manipulować, wydaje się proste. Wielu psychopatów w zasadzie drwi z ludzi, stwierdzając, że wykorzystują ich właśnie z tego powodu, że manipulowanie nimi jest *aż zbyt łatwe*.

To, że psychopatom brakuje jednak związanych z odczuwaniem przykrości emocji oraz empatii dla przykrości, jest dla nich niezwykle dogodny, ponieważ uczucie przykrości albo empatyzowanie z przykrością nie jest przyjemne i często przeszkadza w osiągnięciu jakiegoś celu.

Gdyby zły konstruktor w filmie science fiction miał zaprojektować idealnego przestępcę, stworzyłby prawdopodobnie coś zdolnego do myślenia o działaniach,

celach, potrzebach i uczuciach innych oraz zdolnego do dzielenia ich kiedy tylko chce, ale jednocześnie uzbroiłby to coś w zdolność do wyłączania jego dzielenia emocji innych ludzi, gdyby stawały się niewygodne, podobnie jak porucznik Data mógł włączać i wyłączać swój chip emocji w *Star Treku: Następnym pokoleniu*. Dzięki temu stworzenie to mogłoby używać podzielanych obwodów i inteligencji do manipulowania innymi, oraz odłączać uczucia, gdyby interferowały one ze zbrodnymi planami. Zdolność do oszukiwania byłaby wolna od więzów sumienia – z tego wszystkiego narodziłby się wyrachowany i przebiegły psychopata[140].

Większość z nas prawdopodobnie chciałaby mieć zdolność do wyłączania emocji strachu i poczucia winy – przynajmniej czasami. Ale tak się nie da. Tym, dzięki czemu jesteśmy moralni, jest nie tylko nasza *zdolność* do empatii, ale również nasza *niezdolność* do *uciszania* empatii. Stworzenie zaprojektowane do przestępstw różniłoby się pod tym względem, że spałoby dobrze nawet po zamordowaniu kogoś.

Oczywiście, prawdziwi psychopaci nie zostali stworzeni przez demonicznego projektanta. Ten eksperyment myślowy jednak pozwala nam zrozumieć, dlaczego kombinacja inteligencji, podzielanych obwodów oraz zdolności do uciszania ich, gdy przeszkadzają, byłaby potężną kombinacją, którą ewolucja mogłaby faworyzować, by stworzyć ludzi, którzy świetnie by prosperowali dzięki wyzyskowi. Patrząc na to z tej perspektywy, możemy się jedynie zgodzić z jednym z psychopatów z naszych badań, który powiedział: „Myślę, że mój wysoki współczynnik psychopatii to talent, a nie choroba”. Nasz eksperyment myślowy ilustruje również potencjalną kluczową różnicę pomiędzy autyzmem a psychopatią, którą jest to, że osoby autystyczne mogą mieć deficyty zarówno w empatii, jak i zdolności myślenia o umysłach innych, podczas gdy psychopaci mogą mieć zdolność uciszania swojej empatii, ale ich zdolność do empatii i logicznego myślenia o umysłach innych może być zupełnie nienaruszona.

Jak widzieliśmy w badaniu Tani Singer, kobiety dzieliły ból, jak gdyby pośrednie cierpienie było dla nich automatycznym procesem, ale mężczyźni zdawali się być zdolni do wygaszenia tego cierpienia, o ile tylko inna osoba zachowała się w stosunku do nich nieuczciwie[129]. Wielu mężczyzn również moduluje swoją empatię w oparciu o relacje hierarchiczne. Wysoki rangą menadżer odczuwa większą empatię, gdy zwalnia nieco niższego ranką

menadżera, niż gdy wyrzuca z pracy zwykłego robotnika. Ta modulacja może brać się z faktu, że równiejsi rangą mają większe szanse, by być w stanie się odwdzięczyć. W tym kontekście uczucie wyższości spotykane u psychopatów może reprezentować inne ekstremum normalnej tendencji, by nie być równie empatycznym wobec wszystkich ludzi, zaś fakt, że psychopatia jest częściej obserwowana u mężczyzn niż u kobiet, pasuje do takiego wyjaśnienia[144].

Przeprowadzone na dużej próbie badania bliźniąt wykazały, że nawet w wieku siedmiu lat, jeśli jednemu z bliźniąt brakuje empatii dla przykrości, to prawdopodobieństwo tego, że drugie z bliźniąt również wykazuje braki w tej zdolności, jest znacznie większe, jeśli to bliźnięta jednojajowe (czyli posiadające te same geny), niż jeśli to bliźnięta dwujajowe (dzielące tylko połowę genów). Sugeruje to, że geny, a nie środowisko, które jest takie samo dla bliźniąt jednojajowych jak i dwujajowych, determinują tę psychopatyczną cechę[142]. Istnienie genetycznej predyspozycji w kierunku psychopatii dostarcza, niestety, ewolucji sposobności na selekcję tych, którzy najlepiej radzą sobie z powstrzymaniem uczuć moralnych, co pozwala im swobodnie wykorzystywać innych.

We współpracy z holenderskim Ministerstwem Sprawiedliwości, moja doktorantka Harma Meffert, moja żona Valeria i ja zaczęliśmy badać, czy psychopaci aktywują swoje podzielane obwody słabiej, gdy są świadkami tego, że ktoś inny doświadcza jakiejś przykrości.

### **Pacjent 13 na przepustce**

Gdy Pacjent 13 budził się tamtego ranka w klinice S. van Mesdag, w wyglądającym na średniowieczną fortecę budynku niedaleko Groningen, zrozumiał, że to jest ten dzień. W poprzednim miesiącu Harma Meffert odwiedzała go kilkakrotnie w tej klinice sądowej o podwyższonych standardach bezpieczeństwa, by zapytać, czy zgodziłby się uczestniczyć w naszym eksperymencie. Mając na koncie poważne przestępstwo i maksymalny możliwy wynik na Skali Obserwacyjnej Skłonności Psychopatycznych (40 punktów), Pacjent 13 był psychopatą dokładnie takiego rodzaju, jakiego chcieliśmy przeskanować. Coś wewnątrz niego sprawiało, że krzywdził ludzi bez poczucia winy, a my chcieliśmy się dowiedzieć, co to było. Pacjentowi 13 spodobał się



ostrożny i uprzejmy sposób, w jaki Harma zapytała go, czy nadal chce wziąć udział w eksperymencie. Taka prośba o przysługę sprawiła, że poczuł się ważny; była to miła odmiana od poleceń, do których na co dzień musi się stosować. By uniemożliwić mu planowanie ucieczki, Pacjent 13 wiedział jedynie, że zostanie kiedyś przewieziony do naszego ośrodka badawczego, ale nie wiedział, dokładnie którego dnia. Po pobudce Pacjent 13, z drewnianymi drążkami włożonymi do spodni, by nie mógł nam uciec, z kłopotami wydostaje się z opancerzonej furgonetki, która zaparkowała na tylnym parkingu naszego ośrodka. „Szkoda, że nie wiedziałem więcej”, powiedział z uśmiechem na ustach. Jego elegancko przystrzyżona broda i włosy oraz dobrany strój świadczą o tym, że lubi wywierać na ludziach dobre wrażenie. Trzech mężczyzn o atletycznych posturach u jego boku, ubranych w sportowe bluzy, wyglądało raczej na trenerów niż strażników, a Pacjent 13 zdawał się być niemal dumny z takiego towarzystwa. Jego eskorta nie była uzbrojona: drewniane drążki w spodniach wydawały się dostatecznym zabezpieczeniem. Metalowe pociski byłyby niebezpieczne w pobliżu skanera fMRI, a po zamknięciu potężnych drzwi, za którymi znajdował się skaner, Pacjent 13 nie miał gdzie uciec. Podczas pierwszej części eksperymentu mierzyliśmy aktywność jego mózgu, w czasie gdy oglądał filmiki, na których ręce dwóch osób wchodziły w interakcje. Powiedzieliśmy mu jedynie, by się im uważnie przyglądał. W niektórych filmikach jedna ręka sprawiała drugiej ból, wyginając palec. W innych obie ręce pieściły się z uczuciem. W jeszcze kolejnych jedna poszukiwała drugiej, ale tamta reagowała szorstkim, odrzucającym odepchnięciem. Zdrowe osoby badane z grupy kontrolnej wspominały, że oglądanie tych filmików wywoływało empatyczne odczucie: jednym z nich był ból, podzielany z ofiarą bólu lub odrzucenia, a drugą ciepło podczas oglądania pieszczotliwych gestów. Mózgi badanych zdrowych osób wykazały również aktywność w przedmotorycznych, somatosensorycznych oraz emocjonalnych obszarach, co było spodziewane przy założeniu, że dzielają oni to, co odczuwają aktorzy na filmikach. Chcieliśmy się dowiedzieć, czy mózg psychopaty zareaguje inaczej. Pacjent 13 to trzynasty z dwudziestu jeden psychopatów, których w ten sposób zbadaliśmy. Jest uprzejmy, niemal czarujący, ale odczuwa sadystyczną przyjemność w sprawianiu, że robimy to co chce. „Czy mógłbym wyjść do toalety jeszcze raz, ostatni?” – pyta. Harma zerka na strażników. Wzruszają ramionami. To oznacza, że tracimy kolejne 20 minut, wyciągając go ze skanera i wsadzając tam z powrotem, ale nie ma wyjścia. Gdy wyciągamy go ze skanera, na jego

twarzy nadal widnieje stały uśmiech. Podoba mu się to odwrócenie ról: to on rozkazuje, a my wykonujemy polecenia. W drugiej części eksperymentu, po tym jak wrócił z łazienki, ponownie ogląda tego rodzaju filmiki, ale tym razem prosimy go, by spróbował wczuć się w jedną z rąk z filmu, czasami tę ofiary, a czasami tę sprawcy. Wreszcie w ostatniej części eksperymenty Harma wchodzi do pomieszczenia ze skanerem i sprawia, że Pacjent 13 przechodzi podobne doświadczenia do tych, które oglądał na filmikach. Za jego zgodą uderza go w dłoń, by odczuł lekki ból, odpycha jego dłoń, by poczuł odrzucenie, a także pieszczotliwie ją głaszcząc. Po eksperymencie większość psychopatów, których skanowaliśmy, była rozczarowana: „to było głupie i nudne” – jeden z nich powiedział później Allison Abbott, mojej ulubionej dziennikarce czasopisma *Nature*. Psychopaci nie byli w stanie zrozumieć, jak nasze krótkie filmiki mogą mieć cokolwiek wspólnego z rodzajami brutalnej przemocy, która jest niestety tak częsta w ich życiu. Eksperyment okazał się jednak sukcesem. W czasie pierwszej jego części, podczas gdy po prostu oglądali filmiki, psychopaci aktywowali obszary mózgu zaangażowane w wykonywanie własnych działań i odczuwanie własnych wrażeń, bólu i przyjemności, wliczając w to pierwszo- i drugorzędową korę somatosensoryczną (SI i SII), korę wyspy i korę przedmotoryczną, znacznie słabiej niż osoby z grupy kontrolnej, które były w tym samym wieku, ale nie były psychopatami. Co ciekawe, choć aktywność mózgu psychopatów w tych obszarach była również nieco obniżona podczas gdy odczuwali podobne stany, gdy Harma uderzała lub głaskała ich rękę w skanerze, różnice przy własnych doświadczeniach nie były tak wielkie jak wtedy, gdy obserwowali cudzą radość lub ból. Nasze wyniki pokazują więc, że brak empatii dla tego, co inni ludzie robią i czują, faktycznie może znajdować się w samym sercu psychopatii. Tym, co jest odkrywcze, jest to, że w przeciwieństwie do skanów mózgu, odpowiedzi, jakie psychopaci podawali w kwestionariuszu Reaktywności Interpersjonalnej Daviesa (zob. Aneks) sprawiały, że wyglądali oni jak niewinne baranki, równie empatyczni jak ja czy ty. Wiadomo, że psychopaci są przebiegli, w ankietach podają takie odpowiedzi, co do których wierzą, że pozwolą im szybciej wrócić na wolność. Skanowanie ich mózgu ujawnia jednak to, co ich pisemne odpowiedzi skrywały: w głębi duszy wyciszają oni swoją empatię. Ale, zgodnie z przewidywaniami, nasz eksperyment ujawnił, że nie brakuje im zdolności do empatyzowania. W drugiej części eksperymentu, w której prosiliśmy ich, by rozmyślnie empatyzowali z ludźmi pokazywanymi na filmikach, ich podzielana

aktywność wracała do normy i była równie silna, jak w grupie kontrolnej. Tym, co wyróżnia psychopatów na tle grupy kontrolnej, jest to, że nie dokonują oni spontanicznej empatyzacji – a nie, że nie potrafią empatyzować w ogóle.

Jeśli nasz eksperyment wydaje się być trafniejszy niż kwestionariusze, to dlaczego by go nie używać na sali sądowej, by ustalać, czy oskarżony jest psychopatą, czy nie? Obecnie byłoby to niemożliwe. fMRI pozwala na bardzo pośredni pomiar aktywności mózgu. Jak widzieliśmy w poprzednim rozdziale, aktywność neuronalna zmienia przepływ krwi, która w minimalnym stopniu zmienia pole magnetyczne skanera. Wiele innych czynników poza reakcjami mózgu na nasze bodźce, również wpływa jednak na pomiary za pomocą fMRI, wliczając w to temperaturę mózgu, oddychanie, ruchy głową, a nawet marzenia. Wszystko to działa jak szum i często maskuje prawdziwą aktywność mózgu wywołaną bodźcem u pojedynczego uczestnika. Podobnie jak powtarzanie tych samych słów na głośnej imprezie wreszcie sprawi, że dadzą się one zrozumieć, szum w badaniu fMRI może być przewyciężony poprzez pomiary aktywności mózgu wielu osób i uśrednianie ich. Dzięki fMRI możemy potem stwierdzić, że mózg psychopaty jest średnio mniej empatyczny niż nasz, ale nie będziemy w stanie ustalić, czy jakikolwiek pacjent jest psychopatą czy nie, z takim poziomem pewności, którego wymaga sala sądowa. Wiele centrów badawczych, wliczając w to Holenderski Instytut Neuronauki w Amsterdamie, do którego przenoszę się z moim zespołem, inwestuje w nowsze generacje skanerów, które potrafią mierzyć aktywność mózgu z mniejszym szumem. Jednym z naszych celów będzie diagnozowanie chorób psychicznych u pojedynczych osób przy użyciu tych nowych skanerów. Do tego czasu Skala Obserwacyjna Skłonności Psychopatycznych, oparta na historii kryminalnej i ocenach psychiatrycznych, pozostanie najbardziej wiarygodnym instrumentem do ustalania, jak bardzo psychopatyczna jest dana osoba. Eksperymenty fMRI takie jak nasz, nie służą do diagnozowania, ale dają wgląd w umysł pacjentów, którym już wcześniej postawiono diagnozę.

Jak dotąd terapie miały rozczarowująco nikły, jeśli nie żaden, wpływ na prawdopodobieństwo tego, że psychopata popełni kolejne przestępstwa po wyjściu na wolność. Farmaceutyki nie pomagają w ogóle, zaś u psychopatów, którzy przeszli terapię behawioralną, zdaje się, że właściwie istnieje jeszcze większe prawdopodobieństwo popełnienia kolejnego przestępstwa niż

prawdopodobieństwo tego, że ich nie popełnią. Mamy nadzieję, że odkrycie, iż psychopatom nie brakuje *zdolności* do empatyzowania, ale skłonności robienia tego spontanicznie, może pomóc skupić się na nowych terapiach. By usprawnić ten postęp, staramy się obecnie rozwinąć zwierzęcy model empatii, aby nauczyć się więcej na temat tego, jak wpływać na podzielane obwody.

## **Tarcze moralne**

„Talent” psychopatów do uciszania empatii ma głęboki i destabilizujący wpływ na społeczeństwo. Gdybyśmy wszyscy byli równie empatyczni, a naszych uczuć moralnych nigdy nie dałoby się ignorować, każdy z nas mógłby cieszyć się z tego, że może całkowicie ufać innym ludziom. Problem z takim światem polegałby na tym, że mutacja, która umożliwiłaby ludziom uciszanie swojej empatii, również ułatwiłaby im życie. Aby bronić się przed wyzyskiem, wyhodowaliśmy moralne tarcze, z których jedną jest prawo.

Intuicja podpowiada nam, że krzywdzenie innych ludzi jest bolesne dla nas, ale prawo i etyka instytucjonalizują oraz wzmacniają to uczucie. Tak jak wszystkie języki naturalne dzielą pewne uniwersalne cechy, wszystkie wielkie religie, których wyznawcy stanowią ponad 80 proc. światowej populacji, zawierają pewną fundamentalną złotą regułę. Każda religia formułuje tę regułę nieco inaczej. Jezus powiedział: „Wszystko więc, co byście chcieli, żeby wam ludzie czynili, i wy im czyńcie! Albowiem na tym polega Prawo i Prorocy” (Mt 7,12); Mahomet: „Żaden z was nie jest do końca wiernym dopóki nie pragnie tego samego dla brata co dla siebie” (13 z 40 Hadisów Nawawi); w Mahabharacie czytamy: „Oto cały obowiązek: nie czyn innym tego, co sprawiłoby ból tobie uczynione” (5,1517); Budda powiedział: „Nie traktuj nikogo w sposób, który i dla ciebie byłby krzywdzący” (Udana-Varga 5.1); a Rabbi Hillel podsumował całą Torę słowami „Nie czyn sąsiadowi swemu tego, czego sam się brzydzisz. Oto cała Tora; reszta jest komentarzem. Idź i naucz się tego” (Talmud, Szabat 31a). Wręcz niesamowite jest to, że dla wszystkich tych wypowiedzi wspólna jest kluczowa dyrektywa – traktuj innych tak, jak sam/a chciał(a)byś być potraktowany/a.

Uniwersalność pewnych reguł języka mówi nam coś o mózgu, mianowicie to, że ludzki mózg jest skonstruowany w sposób, który sprawia, że języki, w których występują te reguły, są łatwe do nauczenia się, a te, w których tych reguł nie ma –

trudne[145]. Uniwersalność empatii jako fundamentu etyki i religii mówi nam coś podobnego. Ludzki mózg jest tak skonstruowany, by być empatycznym i fakt, że wszystkie popularne religie dzielą tę samą złotą regułę, nie jest przypadkowy. Ponieważ odzwierciedla ona pracę mózgu, religie, w których sercu funkcjonuje ta zasada, są łatwiej akceptowalne i bardziej zgodne z naszymi umysłami niż te religie, w których tej zasady nie ma.

### **Zrobię ci to, co chciałbym, żeby ktoś zrobił mnie**

Jeden istotny szczegół złotej reguły sprawia, że uderzająco oczywiste staje się to, jak pięknie prawa etyki współgrają z podzielonymi obwodami. Wzorzec aktywności mózgu, który wynika z dzielanych obwodów, nie jest bezpośrednio tym, co wydarza się drugiej osobie, ale tym, co poczulibyśmy na jej miejscu. Widzieliśmy to zwłaszcza w przypadku dzielanych obwodów działania[19, 93]. W rezultacie dzielane obwody nie mówią nam bezpośrednio, jaką wartość działanie ma dla drugiej osoby, ale zamiast tego sprawiają, że rozważamy, jaką wartość miałoby ono dla nas, gdybyśmy byli na jej miejscu. Wszyscy znamy efekt, jaki ta delikatna sprawa ma na rezultat naszego zachowania dyktowanego dobrymi intencjami. Często kusi nas, by dawać ludziom to, czego osobiście pragniemy, a później czasami jesteśmy rozczarowani, gdy zrozumiemy, że oni mogli chcieć czegoś całkowicie innego.

Egocentryczne skrzywienie dzielanych obwodów jest uderzająco uchwycone w złotej regule etyki, która nie doradza nam, byśmy czynili innym to, co byłoby dobre dla *nich*, ale to, co chciał(a)byś, żeby *oni zrobili dla ciebie*. Fakt, że tak wielu mądrych ludzi sformułowało regułę w tak subiektywny sposób, wzmacnia pogląd, że złota reguła ma budować na przedistniejącym mechanizmie neuronalnym, który ma takie same właściwości: dzielanych obwodach.

### **Prawo istnieje ze względu na oszustów i psychopatów**

Złota reguła mówi nam coś o ograniczeniach naszej intuicyjnej etyki. Gdyby nasze mózgi były tak głęboko moralne, dlaczego potrzebowalibyśmy, aby ktoś nas uczył złotych reguł? Odpowiedź na to pytanie jest złożona. Po pierwsze, na nasze dzielane obwody może wpływać uwaga. Jeśli aktywnie unikamy rozważania negatywnych konsekwencji własnego zachowania, nasze dzielane obwody nie

zdobędą wielu przykładów bólu, który moglibyśmy dzielić. Jeśli aktywnie poszukujemy informacji o konsekwencjach naszego zachowania, podzielane obwody będą miały się czymś dzielić. Jedną z rzeczy, które złota reguła sprawia, jest zachęcanie nas do zwracania uwagi na społeczne konsekwencje naszego zachowania, które wzmocnią wpływ podzielanych obwodów i uczynią nas bardziej etycznymi istotami. Robiąc to, wiele religii zachęca do moralnego zachowania i kooperacji w społecznościach. Fakt, że ponad 80% obecnej światowej populacji trzyma się złotej reguły, sprawia, że nasze społeczeństwa cieszą się większym sukcesem i stabilizacją.

W dodatku złota reguła nie tylko zwraca uwagę ludzi na inne osoby, ale robi coś więcej. W większości społeczeństw złota reguła została przekształcona w prawo, a urzędnicy tacy jak sędziowie czy policjanci będą karać tych, którzy przekraczają to prawo.

Takie karanie jest czasem kluczowe, ponieważ jeśli nasz własny dobrobyt zależy od krzywdzenia innych, będziemy musieli zaniedbać perspektywę innych ludzi na korzyść naszej własnej. Biedak kradnący chleb, by nakarmić swoje głodne dzieci, może odczuć przykrość piekarza, ale stłumi ją w świetle pilnych potrzeb jego potomstwa. Konkurencja o ograniczone zasoby w społeczeństwie stwarza dokładnie te warunki, a prawo, które zniechęca nas do zaniedbywania potrzeb innych ludzi, poprzez nakładanie kary, jeśli naruszamy interesy innych, zapewnia spójność w prawdziwych społecznościach, w których podzielane obwody rzadko są wystarczająco silne.

Wreszcie psychopaci pozostają istotnym motorem napędowym praw etyki i karan. Istnieje ogólna tendencja w ewolucji w każdym systemie, promująca mały odsetek oszustów, która może zniszczyć cały system, jeśli nie są oni trzymeni w ryzach. Większość z nas to istoty etyczne, które respektują prawa innych osób. W tej sytuacji psychopatyczne oszukiwanie staje się niezwykle opłacalnym przedsięwzięciem. Co byś zrobił, gdyby do twoich drzwi zapukała kobieta z prośbą o wpłacenie kilku dolarów na osierocone dzieci w państwach trzeciego świata, i pokazała ci fotografie smutnych i wyglądających na głodne dzieci? Zaufałbyś tej osobie. Poczulbyś empatię dla ubogich sierot i chciałbyś im pomóc, w końcu cóż to dla ciebie kilka dolarów w porównaniu z tygodniowym zapasem żywności, który mógłbyś im za nie ufundować? Przekazałbyś więc jakąś sumę. W wielu przypadkach te pieniądze naprawdę trafiają do sierot, ale łatwość,

z jaką ludzie mogą uzyskać pieniądze wykorzystując taki schemat, oznacza, że w niektórych przypadkach pieniądze trafią prosto do kieszeni naciągacza. Ten przykład jest względnie łagodny, ale wyobraź sobie wpływ, jaki może mieć nieuczciwy pracownik firmy ubezpieczeniowej. Może zabrać oszczędności całego życia setek ciężko pracujących ludzi i uciec. Jeśli to będzie zdarzać się wystarczająco często, ludzie przestaną ufać towarzystwom ubezpieczeniowym i wkrótce system rentowy i program ubezpieczeń zdrowotnych upadnie. Nasze gospodarki wolnorynkowe szybko by upadły, a potem nastalby chaos. Psychopaci są dla etycznych jednostek tym, czym są lwy dla swoich ofiar. Lwy mogą istnieć tylko dlatego, że istnieją ich ofiary, a i tak zagrażają temu samemu gatunkowi, którym się karmią. Jeśli psychopaci staną się zbyt liczni, narażą tę samą atmosferę zaufania, na której żerują. Niestety, to nie tylko wyrządzi krzywdę im, ale również uczciwym ludziom, którzy szczerze poszukują korzyści ze współpracy. Biologia przekonuje, że oszukiwanie jest niestety nieuniknione w systemie i musimy wobec tego zaakceptować to, że nieunikniona jest psychopatia – adaptacja mniejszości, która żeruje na korzyściach wynikających z etyki, bez ponoszenia jej kosztów.

Zważywszy na to, że współpraca jest kluczem do sukcesu naszego gatunku, dwa ważne mechanizmy wyewoluowały, by utrzymać pokusę oszukiwania w ryzach. Ewolucja genetyczna stworzyła mechanizm, który sprawia, że przynajmniej niektórzy z nas odczuwają przyjemność wynikającą z karania tych, którzy naruszają złotą regułę[69]. Ta przyjemność może spontanicznie motywować ludzi do karania oszustów, sprawiając, że oszukiwanie staje się mniej korzystne i w ten sposób zachowując korzyści wynikające z uczciwej współpracy. Joseph Henrich z Uniwersytetu Emory'ego w Atlancie, razem z międzynarodowym zespołem uczonych, dostarczył niedawno mocnego wsparcia dla tej koncepcji. Jego zespół przebadał piętnaście różnych kultur, od miejskich społeczeństw afrykańskich, amerykańskich i azjatyckich, po odizolowane, nieliczne kultury zamieszkujące tropikalne wyspy Oceanii, lasy deszczowe Ameryki Południowej oraz afrykańskie sawanny. Odkryli oni, że przedstawiciele wszystkich tych kultur byli gotowi zapłacić pieniądze, aby zobaczyć, że nieuczciwa osoba została ukarana[146]. Taka uniwersalna gotowość do karania nieuczciwych osób mocno sugeruje, że większość ludzi na całym świecie dzieli adaptację genetyczną, która służy promowaniu uczciwej kooperacji.

Po drugie, w większości społeczeństw polegamy nie tylko na zwykłych obywatelach, gdy idzie o karanie tych, którzy naruszają złotą regułę. Wyznaczamy urzędników policji i sędziów, a także płacimy podatki, by finansować te instytucje i upewnić się, że potężna siła skarci tych, którzy nie respektują naszych wspólnych praw.

U osób etycznych prawa i altruistyczne karanie idą w tym samym kierunku co podzielane obwody. Wspólnie pomagają intuicyjnie etycznym osobom brać pod uwagę, jakie konsekwencje ich działanie ma dla innych ludzi. Dla psychopatów strach przed karą może być jedynym czynnikiem, który powstrzymuje wyrządzanie przez nich szkody innym osobom. Prawo może być zatem postrzegane jako konieczny środek stabilizowania kooperacji i ochrony przeciwko drapieżnikom nadużywającym naszego zaufania.



## Neurony lustrzane: dobre czy złe?

**G**dy zacząłem myśleć o tym, w jaki sposób rozumiemy otaczający nas świat, zwizualizowałem sobie problem związany z tym, że oto ja jestem tutaj, w moim mózgu i moim ciele, a ty jesteś gdzieś tam, w świecie, poza moim bezpośrednim zasięgiem. W jaki sposób mogę cię zrozumieć? Pojąć twoje działanie? Moja wizja ludzkiej natury była typowo zachodnia – była to wizja solipsystycznej jednostki.

Odkrycie podzielanych obwodów zmieniło sposób, w jaki myślimy o ludzkiej naturze. Nie jesteśmy ściśle oddzieleni od otaczających nas ludzi. Wiele obszarów mózgu, o których myślano, że są twierdzą indywidualności, okazuje się być teatrem naszej społecznej natury. Obszary motoryczne, w których programujemy, co zrobimy w następnej kolejności, teatry wolnej woli i indywidualnej odpowiedzialności, okazują się mieszać naszą własną wolę z działaniami i intencjami innych ludzi. Kora wyspy, w której doświadczamy emocjonalnych stanów naszego własnego ciała, również odzwierciedla emocje innych, jak gdyby były zaraźliwe jak wirus grypy. System somatosensoryczny, tradycyjnie uznawany za poświęcony „propriocepcji”, czyli percepcji samego siebie, reprezentuje również stany cielesne innych ludzi. We wszystkich tych podzielanych obwodach neurony, które dotyczą wyłącznie mnie samego, współwystępują obok neuronów, które reagują podobnie na mnie, jak i na drugą osobę.

Jak wiele z nas należy zatem do nas samych? Jak wiele naszych umiejętności cielesnych jest naszych? Podzielane obwody zaciemniają to pytanie i takie rozróżnienie, ponieważ w momencie, gdy widzę, że coś robisz, twoje działania stają się moimi. W momencie, gdy widzę twój ból, dzielam go. Czy te działania i ból należą do ciebie? A może są moje? Granica pomiędzy jednostkami jest zmiękczana przez aktywność neuronalną tych mózgowych systemów. Jakaś część ciebie staje się mną, a jakaś część mnie staje się tobą.

Na stronicach tej książki starałem się pokazać, jak głęboko podzielane obwody przenikają każdy aspekt ludzkiego życia społecznego, w jaki sposób umożliwiają

rozumienie, uczenie się, język. Co więcej, widzieliśmy jak, zakładając podstawową zdolność naszego mózgu do uczenia się przez asocjacje w oparciu o Hebbowskie procesy („co odpala jednocześnie, tworzy wspólne połączenia”), podzielane obwody zdają się być niemal nieuniknioną własnością ludzkiego mózgu. Nasze społeczności, nasza kultura, nasza wiedza, nasza technologia i nasz język – wszystko, co naprawdę napawa nas dumą z powodu bycia człowiekiem, zdaje się być logiczną konsekwencją tej architektury mózgu, która sprawia, że dzielimy ze sobą nasze własne umysły.

Powiązanie neuronów lustrzanych i podzielanych obwodów z moralnością pomaga nam zrozumieć wewnętrzny głos, który mówi nam, że krzywdzenie innych jest złe. Myślenie, że neurony lustrzane same w sobie są albo dobre, albo złe, jest zbytnim uproszczeniem. Nasza decyzja działania lub zaniechania działania jest wypadkową pomiędzy korzyściami, jakie działanie przyniesie nam, a pośrednimi konsekwencjami, jakie odczujemy dzięki podzielanym obwodom. Jeśli widzimy ранego człowieka na poboczu, pośrednie uczucia motywują nas do przyjścia mu z pomocą, nawet jeśli perspektywa zabrudzenia siedzeń w naszym samochodzie motywuje nas do tego, by się nie zatrzymywać. W tym przypadku podzielane obwody motywują nas do zrobienia „właściwej” rzeczy, do pomocy. Jednak marketingowiec, który maksymalizuje konsumpcję papierosów, wywołując pośrednią tęsknotę na widok kowboja Marlboro zapalającego papierosa, gdy odjeżdża na koniu w kierunku zachodzącego słońca, wykorzystuje podzielane obwody w mniej szlachetnym celu. Małpy używają podzielanych obwodów, by przewidzieć następny ruch swojej ofiary, zabijają żywą istotę używając własnych neuronów lustrzanych. Neurony lustrzane są, jak wszystko w przyrodzie, ani dobre, ani złe.

Odkrycie podzielanych obwodów ma ogromny wpływ na nasze rozumienie moralności. Wiemy teraz, że podzielanie emocji innych jest zakodowane w naszych mózgach i jak może stać się ono podłożem naszej naturalnej etyki i rdzeniem kodeksu etycznego. Z perspektywy ewolucyjnej odkrycie neuronów lustrzanych pokazuje nam, że uczciwość i pokrewieństwo mogą mieć wpływ na stopień, w jakim empatyzujemy. Możemy zrozumieć, dlaczego troszczymy się bardziej o faceta z sąsiedztwa niż o dzieci z dalekiej Afryki. Dla naszej biologii i podzielanych obwodów prawdą jest, że czego oczy nie widzą, tego sercu nie żal.

Ktoś mógłby pomyśleć, że daje nam to przyzwolenie na to, by się nie troszczyć o innych, i że byłoby to czymś moralnym, ponieważ bierze się z natury. Ale to tak nie działa. To, co *jest*, nigdy nie zdefiniuje tego, co *powinno* być. Nasze mózgi wykuwały się podczas procesów ewolucyjnych, w których daleka osoba nigdy nie mogła odwzajemnić przysługi. Współcześnie żyjemy w świecie, w którym międzykontynentalne rakiety mogą unicestwić każde ludzkie życie na przeciwnej stronie globu w ciągu kilku godzin. Celem neuronauki nie może być mówienie nam, co jest dobre albo złe, ale sprawiając, że rozumiemy siły, które kierują naszymi intuicjami i uczuciami, neuronauka może ujawnić słabe i mocne strony tego, co jesteśmy skłonni odczuwać. Porównując te tendencje z tym, co my, jako społeczeństwo, uznajemy za dobre albo złe, pozwoli nam ustalić, które prawa mogą być bardziej efektywne, ponieważ są one zbudowane na naturalnych tendencjach, a które pozostaną nieskuteczne. Możemy wymyślić, nad czym powinna się skupić edukacja. Neuronaukowcy mogą powiedzieć pracownikom organizacji pozarządowych, że jeśli chcą, by ludzie przekazywali im więcej pieniędzy, powinni wywoływać empatię, sprawiając, że poczujemy, iż mieszkańcy Afryki są dla nas równie bliscy, jak facet mieszkający obok nas. Odwoływanie się do naszych racjonalnych myśli jest dobre, ale odwoływanie się do naszych uczuć może być nawet bardziej skuteczne.

Kiedyś, kończąc sporządzanie drobiazgowej mapy złożonej maszynerii empatii, którą odkrycie neuronów lustrzanych zaczęło odsłaniać, możemy być w stanie zrozumieć, a może nawet przeciwdziałać okrucieństwu wyrządzanym przez osoby takie jak Ted Bundy. Osiemnastowieczny filozof Immanuel Kant napisał w *Krytyce praktycznego rozumu*: „Dwie rzeczy napełniają umysł coraz to nowym i wzmagającym się podziwem i czcią, im częściej i trwalej się nad nimi zastanawiamy: niebo gwiazdziste nade mną i prawo moralne we mnie”. Wiemy obecnie, że jego podziw powinien objąć także moralne prawa wewnątrz naszych małpich kuzynów. A jednak, w naszym podziwie uczuć moralnych, w zachwycie nad tym, jak „dobrzy” jesteśmy, nie powinniśmy zapominać o tym, co tak wyraźnie możemy zauważyć u małp: że prawo moralne i sumienie może współistnieć z brutalnym morderstwem i przemocą.

## Podziękowania

**D**wie osoby były kluczowe dla tej książki: moja żona i współpracowniczka, Valeria Gazzola, oraz mój przyjaciel Bas Kast. To nasza wspólna książka.

Bas i ja studiowaliśmy razem. Połączyła nas pasja, z jaką uświadomiliśmy sobie, że zrozumieć mózg oznacza zrozumieć, kim jesteśmy. Ta pasja sprawiła, że Bas stał się prawdopodobnie najbardziej utalentowanym i najbardziej klarownym niemieckim pisarzem naukowym. Jego przykład zainspirował mnie do pisania. Podczas pracy nad tą książką jego wsparcie i rady dodawały mi wytrwałości, której potrzebowałem. Jego redakcja przekształciła pierwszy szkic maszynopisu w książkę, którą warto przeczytać.

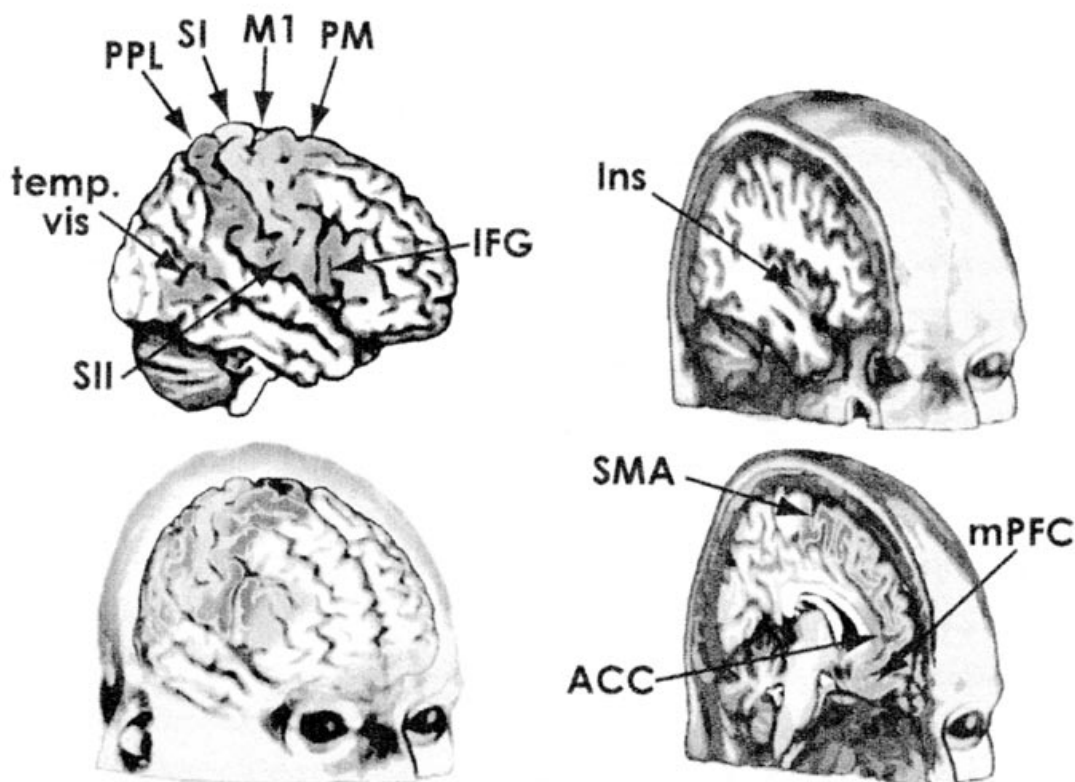
Valeria i ja wspólnie założyliśmy laboratorium mózgu społecznego. Ramię w ramię, umysł w umysł i serce w serce odkryliśmy to, co opisałem w tej książce. Bez jej synergicznej pasji, krytycyzmu i kreatywności, te lata badań byłyby nie tylko znacznie bardziej samotne – one wyprodukowałyby znacznie mniej odkryć możliwych do opisanie. Nie mogę sobie wyobrazić większego daru niż przywilej dzielenia z nią każdej sekundy mojego życia. Nasze badania podpowiadają mi, że ludzki umysł nie jest odizolowany. Valeria sprawia, że mogę odczuwać prawdziwość tej konkluzji każdego dnia. Wszystkie ilustracje w tej książce zostały wykonane przez nią.

Chciałbym również podziękować Anne Perrett za cierpliwe i genialne wygładzenie mojego angielskiego, Amandzie Cushman, mojej redaktorce w Dana Press, za skrócenie tej książki, by podkreślić jej tempo; Johnowi Brockmanowi i Katince Matson, moim agentom, za wiarę we mnie. Wreszcie dziękuję wielkim naukowcom, z którymi skrzyżowały się moje drogi i którzy je oświecili: Ruth Bennett, za instrukcje podczas moich pierwszych neuronaukowych przedsięwzięć, Davidowi Perrettowi, mojemu mentorowi, za pokazanie mi, że nauka nie polega na dreszczyku odkrywania, ale na integralności, kreatywności i szczerzej ciekawości; Vittorio Gallese i Giacomo Rizzolattiemu za zaproszenie mnie do cudownego świata neuronów lustrzanych, Bruno Wickerowi i Melowi Goodale'owi za wprowadzenie mnie w świat fMRI, a także wszystkim członkom, byłym i obecnym, naszego laboratorium, za zaufanie do mnie jako ich mentora

i tak wielki wkład w rozumienie naszego mózgu społecznego. Chciałbym też podziękować Marie Curie Program realizowanemu przez Komisję Europejską oraz Holenderskiej Fundacji Nauki (N.W.O.) za finansowanie moich badań.

Chcę w końcu podziękować także osobie, która ci powiedziała o istnieniu tej książki. W dawnych czasach tradycyjni wydawcy pilnowali tego, by świat dowiedział się o każdej książce wartej lektury. W czasach niezależnego publikowania książki pozostają nieznane, jeżeli czytelnicy o nich nie rozmawiają, nie piszą na blogach w mediach społecznościowych. Więc jeśli podobała ci się ta książka, powiedz o niej znajomym.

## Mapa empatycznego mózgu



ACC (Przednia część kory zakrętu obręczy): łączy emocje i działanie

IFG (Zakręt czołowy dolny): programuje złożone działania i język

Ins (Wyspa) odczuwa wewnętrzne stany ciała i kontroluje pośrednie reakcje. Przetwarza emocje

M1 (Pierwszorzędowa kora motoryczna): kontroluje mięśnie

mPFC (Przyśrodkowa kora przedczołowa): wykonuje poznawcze przetwarzanie stanów własnych i cudzych

PM (Kora przedmotoryczna): planuje działania

PPL (Tylny płat ciemieniowy): integruje informacje ze wszystkich zmysłów i programuje działania zwrotne

SI/SII (Pierwszo-/Drugorzędowa kora somatosensoryczna): odczuwa dotyk oraz pozycję naszego własnego ciała (propriocepcja)

SMA (Dodatkowe pole ruchowe/Dodatkowa kora motoryczna): planuje i kontroluje działanie

V1 (Pierwszorzędowa kora wzrokowa): opracowuje informacje wzrokowe nadsyłane z siatkówki, wykrywa proste cechy obrazu

Temp. vis. (Skroniowa kora wzrokowa): łączy proste cechy obrazu wykryte przez V1 oraz czasami informacje pochodzące z kory słuchowej w neuronach reagujących na społecznie ważne rzeczy, takich jak twarze, działania itd.

## O autorze



**B**adania dr. Christiana Keysersa nad neuronami lustrzanymi oraz tym, w jaki sposób mózg pozwala nam współdzielić wewnętrzne stany innych, miały istotny wpływ na naukowe wyjaśnianie empatii. Urodzony w 1973 r., posiada francusko-niemieckie obywatelstwo, pracował oraz mieszkał w pięciu europejskich państwach oraz w Stanach Zjednoczonych. Jego badania zwieńczone zostały publikacjami w najbardziej renomowanych czasopismach naukowych i sprawiły, że stał się jedną z najmłodszych osób, która osiągnęła najwyższy stopień profesora. Jego umiejętność wyjaśniania nauki szerokiej publiczności przyniosła mu Marie Curie Excellence Award. Obecnie prowadzi wraz z żoną laboratorium badawcze w prestiżowym Holenderskim Instytucie Neuronauki należącym do Królewskiej Holenderskiej Akademii Sztuk i Nauk w Amsterdamie. Był profesorem w University Medical Center w Groningen w Holandii oraz profesorem wizytującym w California Institute of Technology, obecnie zajmuje stanowisko profesora na Uniwersytecie w Amsterdamie. Poza laboratorium, jego żona Valeria oraz córka Julia uczą go, dlaczego empatia jest tak wielkim darem.



## Indeks Reaktywności Interpersonalnej Daviesa

**P**oniższe stwierdzenia dotyczą twoich myśli i odczuć w różnych sytuacjach. Dla każdego z elementów wskaż, jak dobrze opisuje on ciebie, wybierając odpowiednią literę na skali u góry strony: A, B, C, D, albo E. Jeśli wybrałeś już odpowiedź, zapisz ją na osobnej kartce papieru razem z numerem elementu. Przeczytaj każdy z nich uważnie, zanim udzielisz odpowiedzi. Odpowiadaj na tyle zgodnie z prawdą, na ile tylko potrafisz. Na razie zignoruj litery w nawiasach obok każdego elementu. Posłużą później do sporządzenia punktacji.

### Skala odpowiedzi

A: Nie opisuje mnie dobrze

B:

C:

D:

E: Opisuje mnie bardzo dobrze

### Ankieta

1. Śnię na jawie lub fantazjuję, z pewną regularnością, o rzeczach, które mogłyby mi się przydarzyć. (F)
2. Często zdarza mi się odczuwać czułość lub troskę w stosunku do ludzi, którym powiodło się gorzej ode mnie. (ET)
3. Czasami trudno mi spojrzeć na sytuację z punktu widzenia innych ludzi. (PP) (O)
4. Zdarza się, że nie jest mi przykro, kiedy inni ludzie mają problemy. (ET) (O)
5. Naprawdę wczuwam się w przeżycia bohaterów powieści. (F)
6. W trudnych sytuacjach czuję się zaleźniony/a i zagubiony/a. (OP)

7. Zazwyczaj podczas oglądania filmu lub sztuki zachowuję obiektywizm i niezbyt często daję się wciągnąć w akcję. (F) (O)
8. Staram się spojrzeć na nieporozumienie ze strony każdego z jego uczestników, zanim podejmę decyzję. (PP)
9. Kiedy widzę człowieka wykorzystywanego, czuję swego rodzaju potrzebę zaopiekowania się nim. (ET)
10. Gdy znajduję się w centrum sytuacji powodującej wiele emocji, czasami czuję się bezradny/a. (OP)
11. Czasami próbuję lepiej zrozumieć moich przyjaciół, wyobrażając sobie, jak sytuacja wygląda z ich punktu widzenia (PP)
12. Raczej rzadko silnie się angażuję w akcję filmu lub książki. (F) (O)
13. Mam tendencję do zachowywania spokoju, kiedy widzę kogoś zranionego. (OP) (O)
14. Niepowodzenia innych ludzi zazwyczaj nie martwią mnie w wielkim stopniu. (ET) (O)
15. Kiedy jestem pewny/a, że mam rację, nie marnuję czasu na wysłuchiwanie cudzych argumentów. (PP) (O)
16. Po obejrzeniu spektaklu lub filmu, zdarzało mi się czuć, jak gdybym był jedną z postaci. (F)
17. Znajdowanie się w sytuacji napięcia emocjonalnego przeraża mnie. (OS)
18. Zdarza się, że kiedy widzę kogoś, kto jest traktowany niesprawiedliwie, nie współczuję mu zbyt mocno. (ET) (O)
19. Zazwyczaj zupełnie dobrze sobie radzę z trudnymi sytuacjami. (OS) (O)
20. Jestem często dość silnie poruszony/a wydarzeniami, które obserwuję. (ET)
21. Wierzę, że każdy medal ma dwie strony i staram się uwzględnić obie. (PP)
22. Określiłbym/abym siebie jako osobę o raczej miękkim sercu. (ET)
23. Kiedy oglądam dobry film, bez trudu potrafię postawić siebie w położeniu głównego bohatera. (F)
24. Mam skłonność do utraty panowania nad sobą w trudnych sytuacjach. (OP)

25. Kiedy ktoś sprawi mi zawód, staram się zazwyczaj na chwilę „wejść w jego skórę”. (PP)
26. Kiedy czytam interesujące opowiadanie lub powieść, wyobrażam sobie, jak ja czułbym/abym się, gdyby opisywane wydarzenia mnie się przytrafiły. (F)
27. Kiedy widzę kogoś, kto bardzo potrzebuje pomocy w trudnej sytuacji, rozklejam się. (OP)
28. Zanim kogoś skrytykuję, staram się sobie wyobrazić, jak sam/a czułbym/abym się na jego miejscu. (PP)

Aby podliczyć twój wynik, musisz przekształcić twoje odpowiedzi w liczby. Obok każdego z elementów widzisz dwie duże litery w nawiasach. Wskazują one podskale, do której należy konkretny element.

PP = skala przyjmowania perspektywy

F = skala fantazji

ET = skala empatycznej troski

OP = skala osobistej przykrości

Pozycje oznaczone literą (O) wskazują, że skala jest odwrócona. Musisz więc używać dwóch różnych systemów liczenia punktów, w zależności od tego, czy jakiś element ma (O), czy nie:

Bez (O): A = 0, B = 1, C = 2, D = 3, E = 4

Z (O): A = 4, B = 3, C = 2, D = 1, E = 0

Możesz teraz obliczyć twoje cząstkowe wyniki dla każdej skali, sumując wartości, jakie otrzymałeś/aś przekształcając odpowiedzi na wszystkie elementy poszczególnej skali. Na przykład, dla skali przyjmowania perspektywy dodajesz punkty za elementy 3, 8, 11, 15, 21, 25 i 28, przy czym uważasz, żeby zastosować odwróconą punktację dla elementów 3 i 15. Twój wynik na skali przyjmowania perspektywy mieści się w granicach od 0 do 28, gdzie 28 wskazuje na to, że angażujesz się bardzo silnie oraz często w przyjmowanie perspektywy, a 0 wskazuje, że robisz to bardzo słabo i rzadko. Następnie zrób to samo dla trzech pozostałych skal.

Uzyskasz w ten sposób wyniki dla każdej z czterech skal. Te skale mierzą komplementarne aspekty sposobu reakcji na inne osoby. Skala przyjmowania perspektywy ocenia twoją tendencję do spontanicznego przyjmowania psychologicznego punktu widzenia innej osoby. Skala fantazji dotyczy twoich tendencji do przenoszenia się wyobraźnią w uczucia i działania fikcyjnych postaci w książkach, filmach i sztukach teatralnych. Dwie pozostałe podskale mierzą typowe emocjonalne reakcje. Skala empatycznej troski wyznacza „zorientowane na innych: odczucia współczucia i troski wobec osób, których dotknęło nieszczęście, podczas gdy skala osobistej przykrości mierzy „zorientowane na siebie” odczucia osobistego lęku i niepokoju w napiętych, interpersonalnych sytuacjach.

Przeciętnie, kobiety osiągają więcej punktów na wszystkich podskalach. Testy przeprowadzone na próbie pięciuset studentów i studentek wskazują następujące przeciętne wyniki[14]: dla studentek, F = 18,75; PP = 17,96; ET = 21,67; OP = 12,28, zaś dla studentów: F = 15,73; PP = 16,78; ET = 19,04; OP = 9,46. Jeśli uzyskałeś/aś wynik wyższy od średniej dla twojej płci, jesteś względnie empatyczną osobą, jeśli uzyskałeś/aś niższy wynik, jesteś względnie mniej empatyczny/a na tej konkretnej podskali kwestionariusza.

## Bibliografia

1. Graxiano, M.S., Taylor, C.S., Moore, T. (2002). Complex movements evoked by microstimulation of precentral cortex. *Neuron*, 34, 841–851.
2. Fried, I., Katz, A., McCarthy, G., Sass, K.J., Williamson, P., Spencer, S.S., Spencer, D.D. (1991). Functional organisation of human supplementary motor cortex studied by electrical stimulation. *Journal of Neuroscience*, 11, 3656–3666.
3. Umiltà, M.A., Kohler, E., Gallese, V., Fogassi, L., Fadiga, L., Keysers, C., Rizzolatti, G. (2001). I know what you are doing, a neurophysiological study. *Neuron*, 31, 155–165.
4. Fadiga, L., Fogassi, L., Pavesi, G., Rizzolatti, G. (1995). Moto facilitation during action observation: a magnetic stimulation study. *Journal of Neurophysiology*, 73, 2608–2611.
5. Grafton, S.T., Arbib, M.A., Fadiga, L., Rizzolatti, G. (1996). Localization of grasp representation in humans by positron emission tomography. 2. Observation compared with imagination. *Experimental Brain Research*, 112, 103–111.
6. Iacoboni, M., Woods, R.P., Brass, M., Bekkering, H., Mazziotta, J.C., Rizzolatti, G. (1999). Cortical mechanisms of human imitation. *Science*, 286, 2526–2528.
7. Brass, M., Bekkering, H., Wohlschläger, A., Prinz, W. (2000). Compatibility between observed and executed finger movements: comparing symbolic, spatial, and imitative cues. *Brain Cognition*, 44, 124–143.
8. Aziz-Zadeh, L., Iacoboni, M., Zaidel, E., Wilson, S., Mazziotta, J. (2001). Left hemisphere motor facilitation in response to manual action sounds. *European Journal of Neuroscience*, 19, 2609–2612.
9. Gazzola, V., Aziz-Zadeh, L., Keysers, C. (2006). Empathy and the somatotopic auditory mirror system in humans. *Current Biology*, 16, 1824–1829.

10. Mukamel, R., Ekstrom, A.D., Kaplan, J., Iacoboni, M., Fried, I. (2010). Single-Neuron Responses in Humans during Execution and Observation of Actions. *Current Biology*, 20(8), 750–756.
11. Keysers, C., Gazzola, V. (2010). Social neuroscience: Mirror neurons recorded in humans. *Current Biology*, 20, R353–R354.
12. Hietanen, J.K., Perrett, D.I. (1993). Motion sensitive cells in the macaque superior temporal polysensory area. I. Lack of response to the sight of the animal's own limb movement. *Experimental Brain Research* 93, 117–128.
13. Blakemore, S.J., Frith, C.D., Wolpert, D.M. (1999). Spatio-temporal prediction modulates the perception of self-produced stimuli. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 551–559.
14. Davis, M.H. (1980). A multidimensional approach to individual differences in empathy. *Catalog of Selected Documents in Psychology*, 10, 1,
15. Davis, M.H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 44, 113–126.
16. Desimone, R. (1998). Visual attention mediated by biased competition in extrastriate visual cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, 353, 1245–1255.
17. Bangert, M., Peschel, T., Schlaug, G., Rotte, M., Drescher, D., Hinrichs, H., Heinze, H.J., Altenmüller, E. (2006). Shared networks for auditory and motor processing in professional pianists: evidence from fMRI conjunction. *Neuroimage*, 30, 917–926.
18. Calvo-Merino, B., Grezes, J., Glaser, D.E., Passingham, R.E., Haggard, P. (2006). Seeing or doing? Influence of visual and motor familiarity in action observation. *Current Biology*, 16, 1905–1910.
19. Gazzola, V., Rizzolatti, G., Wicker, B., Keysers, C. (2007). The anthropomorphic brain: the mirror neuron system responds to human and robotic actions. *Neuroimage*, 35, 1674–1684.
20. Buccino, G., Lui, F., Canessa, N., Patteri, I., Lagravinese, G., Benuzzi, F., Porro, C.A., Rizzolatti, G. (2004). Neural circuits involved in the

recognition of actions performed by nonconspecifics: an fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 114–126.

21. Rijntjes, M., Dettmers, C., Buchel, C., Kiebel, S., Frackowiak, R.S., Weiller, C. (1999). A blueprint for movement: functional and anatomical representations in the human motor system. *Journal of Neuroscience*, 19, 8043–8048.
22. Meltzoff, A.N., Moore, M.K. (1977). Imitation of facial and manual gestures by human neonates. *Science*, 198, 74–78.
23. Thorpe, W. (1956). *Learning and instinct in animals*. London: Methuen.
24. Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119(Pt 2), 593–609.
25. Subiaul, F., Cantlon, J.F., Holloway, R.L., Terrace, H.S. (2004). Cognitive imitation in rhesus macaques. *Science*, 305, 407–410.
26. Jabbi, M., Bastiaansen, J., Keysers, C. (2008). A common anterior insula representation of disgust observation, experience and imagination shows divergent functional connectivity pathways. *PLoS ONE*, 3, e2939.
27. Jacob, F. (1977). Evolution and tinkering. *Science*, 196, 1161–1166.
28. Central-Intelligence-Agency (2008). *The 2008 World Factbook*. Directorate of Intelligence.
29. Pinker, S. (1994). *The language instinct*. London: The Penguin Press.
30. Senghas, A., Kita, S., Ozyurek, A. (2004). Children creating core properties of language: evidence from an emerging sign language in Nicaragua. *Science*, 305, 1779–1782.
31. Chomsky, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge, Mass: MIT Press.
32. Shubin, N. (2008). *Your inner fish*. New York: Pantheon Books.
33. Csibra, G., Gergely, G. (2009). Natural pedagogy. *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 148–153.
34. Vargha-Khadem, F., Gadian, D.G., Copp, A., Mishkin, M. (2005). FOXP2 and the neuroanatomy of speech and language. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 131–138.

35. Watkins, K.E., Dronkers, N.F., Vargha-Khadem, F. (2002). Behavioural analysis of an inherited speech and language disorder: comparison with acquired aphasia. *Brain*, 125, 452–464.
36. Bookheimer, S. (2002). Functional MRI of language: new approaches to understanding the cortical organization of semantic processing. *Annual Review of Neuroscience*, 25, 151–188.
37. Marshall-Pescini, S., Whiten, A. (2008). Social learning of nut-cracking behavior in East African sanctuary-living chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthii*). *Journal of Comparative Psychology*, 122, 186–194.
38. Wilson, S.M., Saygin, A.P., Sereno, M.I., Iacoboni, M. (2004). Listening to speech activates motor areas involved in speech production. *Nature Neuroscience*, 7, 701–702.
39. Keysers, C., Kohler, E., Umiltà, M.A., Nanetti, L., Fogassi, L., Gallese, V. (2003). Audiovisual mirror neurons and action recognition. *Experimental Brain Research*, 153, 628–636.
40. Kohler, K., Keysers, C., Umiltà, M.A., Fogassi, L., Gallese, V., Rizzolatti, G. (2002). Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons. *Science*, 297, 846–848.
41. Fadiga, L., Craighero, L., Buccino, G., Rizzolatti, G. (2002). Speech listening specifically modulates the excitability of tongue muscles: a TMS study. *European Journal of Neuroscience*, 15, 399–402.
42. Meister, I.G., Wilson, S.M., Deblieck, C., Wu, A.D., Iacoboni, M. (2007). The essential role of premotor cortex in speech perception. *Current Biology*, 17, 1692–1696.
43. Kuhl, P.K., Miller, J.D. (1975). Speech perception by the chinchilla: voiced-voiceless distinction in alveolar plosive consonants. *Science*, 190, 69–72.
44. Hauk, O., Johnsrude, I., Pulvermüller, F. (2004). Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron*, 41, 301–307.
45. Rizzolatti, G., Camarda, R., Fogassi, L., Gentilucci, M., Luppino, G., Matelli, M. (1988). Functional organization of inferior area 6 in the



- macaque monkey. II. Area F5 and the control of distal movements. *Experimental Brain Research*, 71, 491–507.
46. Damasio, A.R. (2003). *Looking for Spinoza: Joy, Sorrow and the Feeling Brain*. New York: Hartcourt.
  47. Hatfield, E., Cacioppo, J.T., Rapson, R.L. (1993). *Emotional contagion*. New York: Cambridge University Press.
  48. James, W. (1884). What is an emotion. *Mind*, 9, 188–205.
  49. Rogers, C.R. (1957). The necessary and sufficient conditions of therapeutic personality change. *Journal of Consulting Psychology*, 21, 95–103.
  50. Penfield, W., Faulk, M.E., Jr. (1955). The insula: further observations on its function. *Brain*, 78, 445–470.
  51. Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J.P., Gallese, V., Rizzolatti, G. (2003). Both of us disgusted in My insula: the common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron*, 40, 655–664.
  52. Keysers, C., Gazzola, V. (2006). Towards a unifying neural theory of social cognition. *Progress in Brain Research*, 156, 379–401.
  53. Keysers, C., Gazzola, V. (2009). Expanding the mirror: vicarious activity for actions, emotions, and sensations. *Current Opinion in Neurobiology*, 19, 666–671.
  54. Calder, A.J., Keane, J., Manes, F., Antoun, N., Young, A.W. (2000). Impaired recognition and experience of disgust following brain injury. *Nature Neuroscience*, 3, 1077–1078.
  55. Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, A.R. (2003). Dissociable neural systems for recognizing emotions. *Brain Cognition*, 52, 61–69.
  56. Adolphs, R., Tranel, D., Koenigs, M., Damasio, A.R. (2005). Preferring one taste over another without recognizing either. *Nature Neuroscience*, 8, 860–861.
  57. Mesulam, M.M., Mufson, E.J. (1982). Insula of the old world monkey. III: Efferent cortical output and comments on function. *Journal of Comparative Neurology*, 212, 38–52.

58. Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R.J., Frith, C.D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, *303*, 1157–1162.
59. Jabbi, M., Swart, M., Keysers, C. (2007). Empathy for positive and negative emotions in the gustatory cortex. *Neuroimage*, *34*, 1744–1753.
60. Morecraft, R.J., Stilwell-Morecraft, K.S., Rossing, W.R. (2004). The motor cortex and facial expression: new insights from neuroscience. *Neurologist*, *10*, 235–249.
61. van der Gaag, C., Minderaa, R., Keysers, C. (2007). Facial expressions: what the mirror neuron system can and cannot tell us. *Social Neuroscience*, *2*, 179–222.
62. Adolphs, R., Damasio, H., Tranel, D., Cooper, G., Damasio, A.R. (2000). A role for somatosensory cortices in the visual recognition of emotion as revealed by three-dimensional lesion mapping. *Journal of Neuroscience*, *20*, 2683–2690.
63. Beilock, S.L., Holt, L.E. (2007). Embodied preference judgments: can likeability be driven by the motor system? *Psychological Science*, *18*, 51–57.
64. Jabbi, M., Keysers, C. (2008). Inferior frontal gyrus activity triggers anterior insula response to emotional facial expressions. *Emotion*, *8*, 775–780.
65. Lanzetta, J.T., Englis, B.G. (1989). Expectations of cooperation and competition and their effects on observers' vicarious emotional responses. *Journal of Personality and Social Psychology*, *56*, 543–554.
66. Hess, U., Blairy, S. (2001). Facial mimicry and emotional contagion to dynamic emotional facial expressions and their influence on decoding accuracy. *International Journal of Psychophysiology* *40*, 129–141.
67. Smith, A. (1999; oryg. 1759). *Teoria uczuć moralnych*. Tłum. D. Petsch. Warszawa: PWN, s. 6.
68. Banissy, M.J., Ward, J. (2007). Mirror-touch synesthesia is linked with empathy. *Nature Neuroscience*, *10*, 815–816.
69. Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J.P., Stephan, K.E., Dolan, R.J., Frith, C.D. (2006). Empathic neural responses are modulated by the perceived

- fairness of others. *Nature*, 439, 466–469.
70. Gilligan, C. (1982). *In a different voice*. Cambridge: Harvard University Press.
  71. Gazzola, V., Keysers, C. (2009). The observation and execution of actions share motor and somatosensory voxels in all tested subjects: single-subject analyses of unsmoothed fMRI data. *Cerebral Cortex*, 19, 1239–1255.
  72. Keysers, C., Kaas, J.H., Gazzola, V. (2010). Somatosensation in social perception. *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 417–428.
  73. Hebb, D. (1949). *The organisation of behaviour*. New York: Wiley.
  74. Bi, G., Poo, M. (2001). Synaptic modification by correlated activity: Hebb's postulate revisited. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 139–166.
  75. Stent, G.S. (1973). A physiological mechanism for Hebb's postulate of learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 70, 997–1001.
  76. Keysers, C., Perrett, D.I. (2004). Demystifying social cognition: a Hebbian perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 501–507.
  77. Heyes, C. (2001). Causes and consequences of imitation. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 253–261,
  78. Perrett, D.I., Oram, M.W., Harries, M.H., Bevan, R., Hietanen, J.K., Benson, P.J., Thomas, S. (1991). Viewer-centred and object-centred coding of heads in the macaque temporal cortex. *Experimental Brain Research*, 86, 159–173.
  79. von Hofsten, C. (2004). An action perspective on motor development. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 266–272.
  80. Brass, M., Heyes, C. (2005). Imitation: is cognitive neuroscience solving the correspondence problem? *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 485–495.
  81. Blakemore, S.J., Wolpert, D., Frith, C. (2000). Why can't you tickle yourself? *Neuroreport*, 11, R11–16.
  82. Wolpert, D.M., Miall, R.C. (1996). Forward models for physiological motor control, *Neural Network*, 9, 1265–1279.
  83. Sommerville, J.A., Woodward, A.L., Needham, A. (2005). Action experience alters 3-month-old infants' perception of others' actions.

*Cognition*, 96, B1–11.

84. Woodward, A.L. (1998). Infants selectively encode the goal object of an actor's reach. *Cognition*, 69, 1–34.
85. Barraclough, N.E., Xiao, D., Baker, C.I., Oram, M.W., Perrett, D.I. (2005). Integration of visual and auditory information by superior temporal sulcus neurons responsive to the sight of actions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 377–391.
86. Keysers, C., Wicker, B., Gazzola, V., Anton, J.L., Fogassi, L., Gallese, V. (2004). A touching sight: SII/PV activation during the observation and experience of touch. *Neuron*, 42, 335–346.
87. Blakemore, S.J., Bristow, D., Bird, G., Frith, C., Ward, J. (2005). Somatosensory activations during the observation of touch and a case of vision-touch synaesthesia. *Brain*, 128, 1571–1583.
88. Botvinick, M., Cohen, J. (1998). Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature*, 391, 756.
89. Meltzoff, A.N., Borton, R.W. (1979). Intermodal matching by human neonates. *Nature*, 282, 403–404.
90. Anisfeld, M. (1996). Only tongue protrusion modeling is matched by neonates. *Developmental Review*, 16, 149–161.
91. Ekman, P., Sorenson, E.R., Friesen, W.V. (1969). Pan-cultural elements in facial displays of emotion. *Science*, 164, 86–88.
92. Tarabulsky, G.M., Tessier, R., Kappas, A. (1996). Contingency detection and the contingent organization of behavior in interactions: implications for socioemotional development in infancy. *Psychological Bulletin*, 120, 25–41.
93. Gazzola, V., van der Worp, H., Mulder, T., Wicker, B., Rizzolatti, G., Keysers, C. (2007). Aphasics born without hands mirror the goal of hand actions with their feet. *Current Biology*, 17, 1235–1240.
94. Lahav, A., Saltzman, E., Schlaug, G. (2007). Action representation of sound: audiomotor recognition network while listening to newly acquired actions. *Neuroscience*, 27, 308–314.

95. Thioux, M., Stark, D.E., Klaiman, C., Schultz, R.T. (2006). The day of the week when you were born in 700 ms: calendar computation in an Autistic savant. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 1155–1168.
96. Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., Cohen, D. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Archives of General Psychiatry*, 59, 809–816.
97. Dapretto, M., Davies, M.S., Pfeifer, J.H., Scott, A.A., Sigman, M., Bookheimer, S.Y., Iacoboni, M. (2006). Understanding emotions in others: mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. *Nature Neuroscience*, 9, 28–30.
98. Iacoboni, M., Dapretto, M. (2006). The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 942–951.
99. Oberman, L.M., Hubbard, E.M., McCleery, J.P., Altschuler, E.L., Ramachandran, V.S., Pineda, J.A. (2005). EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 24, 190–198.
100. Williams, J.H., Waiter, G.D., Gilchrist, A., Perrett, D.I., Murray, A.D., Whiten, A. (2006). Neural mechanisms of imitation and ‘mirror neuron’ functioning in autistic spectrum disorder. *Neuropsychologia*, 44, 610–621.
101. Williams, J.H., Whiten, A., Singh, T. (2004). A systematic review of action imitation in autistic spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34, 285–299.
102. Avikainen, S., Wohlschlager, A., Liuhanen, S., Hanninen, R., Hari, R. (2003). Impaired mirror-image imitation in Asperger and high-functioning autistic subjects. *Current Biology*, 13, 339–341.
103. Hamilton, A.F., Brindley, R.M., Frith, U. (2007). Imitation and action understanding in autistic spectrum disorders: how valid is the hypothesis or a deficit in the mirror neuron system? *Neuropsychologia*, 45, 1859–1868.
104. McIntosh, D.N., Reichmann-Decker, A., Winkielman, P., Wilbarger, J.L. (2006). When the social mirror breaks: deficits in automatic, but not

voluntary, mimicry of emotional facial expressions in autism. *Developmental Science*, 9, 295–302.

105. Bekkering, H., Wohlschlager, A., Gattis, M. (2000). Imitation of gestures in children is goal-directed. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, A* 53, 153–164.
106. Rogers, S.J., Bennetto, L., McEvoy, R., Pennington, B.F. (1996). Imitation and pantomime in high-functioning adolescents with autism spectrum disorders. *Child Development*, 67, 2060–2073.
107. Vanvuchelen, M., Roeyers, H., De Weerd, W. (2007). Nature of motor imitation problems in school-aged boys with autism: a motor or a cognitive problem? *Autism*, 11, 225–240.
108. Vanvuchelen, M., Roeyers, H., De Weerd, W. (2007). Nature of motor imitation problems in school-aged males with autism: how congruent are the error types? *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49, 6–12.
109. Avikainen, S., Kulomaki, T., Hari, R. (1999). Normal movement reading in Asperger subjects. *Neuroreport*, 10, 3467–3470.
110. Dinstein, I., Thomas, C., Humphreys, K., Minshew, N., Behrmann, M., Heeger, D.J. (2010). Normal movement selectivity in autism. *Neuron*, 66, 461–469.
111. Bastiaansen, J.A., Thioux, M., Nanetti, L., van der Gaag, C., Ketelaars, C., Minderaa, R., Keysers, C. (2011). Age-related increase in inferior frontal gyrus activity and social functioning in autism spectrum disorder. *Biological Psychiatry*.
112. Sudhof, T.C. (2008). Neuroligins and neuroligins link synaptic function to cognitive disease. *Nature*, 455, 903–911.
113. Cherkassky, V.L., Kana, R.K., Keller, T.A., Just, M.A. (2006). Functional connectivity in a baseline resting-state network in autism. *Neuroreport*, 17, 1687–1690.
114. Just, M.A., Cherkassky, V.L., Keller, T.A., Kana, R.K., Minshew, N.J. (2007). Functional and anatomical cortical underconnectivity in autism: evidence from an fMRI study of an executive function task and corpus callosum morphometry. *Cerebral Cortex*, 17, 951–961.

115. Courchesne, E., Karns, C.M., Davis, H.R., Ziccardi, R., Carper, R.A., Tigue, Z.D., Chisum, H.J., Moses, P., Pierce, K., Lord, C., i in. (2001). Unusual brain growth patterns in early life in patients with autistic disorder. An MRI study. *Neurology*, 57, 245–254.
116. Kuhl, P.K., Coffey-Corina, S., Padden, D., Dawson, G. (2005). Links between social and linguistic processing of speech in preschool children with autism: behavioral and electrophysiological measures. *Developmental Science*, 8, F1–F12.
117. Adolphs, R., Spezio, M. (2006). Role of the amygdala in processing visual social stimuli. *Progress in Brain Research*, 156, 363–378.
118. Ingersoll, B., Schreibman, L. (2006). Teaching reciprocal imitation skills to young children with autism using a naturalistic behavioral approach: effects on language, pretend play, and joint attention. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36, 487–505.
119. Ingersoll, B., Gergans, S. (2007). The effect of a parent-implemented imitation intervention on spontaneous imitation skills in young children with autism. *Research in Developmental Disabilities*, 28, 163–175.
120. Kast, B. (2006). *Die Liebe und wie sich Leidenschaft erklärt*. Frankfurt: Fischer.
121. Buss, D.M., Barnes, M. (1986). Preferences in human mate selection. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50, 559–570.
122. Weisfeld, G.E., Russell, R.J.H., Weisfeld, C.C., Wells, P.A. (1992). Correlates of satisfaction in british marriages. *Ethology and Sociobiology*, 13, 125–145.
123. Ferrari, P.F., Gallese, V., Rizzolatti, G., Fagassi, L. (2003). Mirror neurons responding to the observation of ingestive and communicative mouth actions in the monkey ventral premotor cortex. *European Journal of Neuroscience*, 17, 1703–1714.
124. Keysers, C., Gazzola, V. (2007). Integrating simulation and theory of mind: from self to social cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 194–196.
125. Critchley, H.D., Wiens, S., Rotshtein, P., Ohman, A., Dolan, R.J. (2004). Neural systems supporting interoceptive awareness. *Nature Neurosciences*,

7, 189–195.

126. Berthoz, S., Artiges, E., Van De Moortele, P.F., Poline, J.B., Rouquette, S., Consoli, S.M., Martinot, J.L. (2002). Effect of impaired recognition and expression of emotions on frontocingulate cortices: an fMRI study of men with alexithymia. *American Journal of Psychiatry*, *159*, 961–967.
127. Mitchell, J.P., Macrae, C.N., Banaji, M.R. (2006). Dissociable medial prefrontal contributions to judgments of similar and dissimilar others. *Neuron*, *50*, 655–663.
128. Mitchell J.P. (2008). Activity in right temporo-parietal junction is not selective for Theory of Mind. *Cerebral Cortex*, *18*, 262–271.
129. Singer, T. (2006). The neuronal basis and ontogeny of empathy and mind reading: review of literature and implications for future research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *30*, 855–863.
130. Feinman, S., Roberts, D., Hsieh, K.F., Sawyer, D., Swanson, K. (1992). A critical review of social referencing in infancy. [W:] *Social referencing and the social construction of reality in infancy*, (red.) S. Feinman. New York: Plenum Press.
131. Perner, J., Leekam, S.R., Wimmer, H. (1987). 2-year-olds difficulty with false belief – the case for a conceptual deficit. *British Journal of Developmental Psychology*, *5*, 125–137.
132. Baron-Cohen, S., Leslie, A.M., Frith, U. (1985). Does the autistic--child have a Theory of Mind. *Cognition*, *21*, 37–46.
133. Kast, B. (2007). *Wie der Bauch dem Kopf beim Denken Hilft*. Berlin: Fischer Verlag.
134. Aziz-Zadeh, L., Wilson, S.M., Rizzolatti, G., Iacoboni, M. (2006). Congruent embodied representations for visually presented actions and linguistic phrases describing actions. *Current Biology*, *16*, 1818–1823.
135. Haidt, J. (2001). The emotional dog and its rational tail: a social intuitionist approach to moral judgment. *Psychological Review*, *108*, 814–834.
136. Greene, J.D., Nystrom, L.M., Engell, A.D., Darley, J.M., Cohen, J.D. (2004). The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment. *Neuron*, *44*, 389–400.



137. Masserman, J.H., Wechkin, S., Terris, W. (1964). „Altruistic” behavior in rhesus monkeys. *American Journal of Psychiatry*, 121, 584–585.
138. Hare, R.D. (2003). *Manual for the Hare Psychopathy Checklist-Revisited.*, 2nd ed. Toronto: Multi-Health Systems.
139. Hoffman, M.L. (1994). Discipline and Internalization. *Developmental Psychology*, 30, 26–28.
140. Hare, R.D. (oryg. 1999). *Psychopaci są wśród nas*. Tłum. A. Skucińska. Kraków: Znak, 2006.
141. Michaud, S.G., Aynesworth, H. (1989). *Ted Bundy: conversations with a killer*. New York: New American Library.
142. Blair, R.J. (2006). The emergence of psychopathy: implications for the neuro-psychological approach to developmental disorders. *Cognition*, 101, 414–442.
143. Kiehl, K.A. (2006). A cognitive neuroscience perspective on psychopathy: evidence for paralimbic system dysfunction. *Psychiatry Reserach*, 142, 107–128.
144. Dolan, M., Völlm, B. (2009). Antisocial personality disorder and psychopathy in women: a literature review on the reliability and validity of assessment instruments. *International Journal of Law and Psychiatry*, 32, 2–9.
145. Chomsky, N. (1959). Verbal-Behavior – Skinner, BF. *Language*, 35, 26–58.
146. Henrich, J., McElreath, R., Barr, A., Ensminger, J., Barrett, C., Bolyanatz, A., Cardenas, J.C., Gurven, M., Gwako, K., Henrich, N., i in. (2006). Costly punishment across human societies. *Science*, 312, 1767–1770.

## Przypisy

[1] Należy zauważyć, że mniejszość filozofów i naukowców twierdziła wcześniej, iż rozumiemy zachowanie innych mapując je na nasze własne zachowanie, ale odkrycie neuronów lustrzanych odegrało fundamentalną rolę w wykazaniu, że te twierdzenia rzeczywiście stosują się do mózgu.

[2] Przeprowadzono setki badań dotyczących ludzkiego systemu lustrzanego. Wybranie jedynie dwóch do tej książki nie było łatwe. Wiele innych badań z pewnością zasługiwałoby na omówienie, gdyby miejsce na to pozwoliło. Wśród nich następujące miały szczególnie pionierski charakter: w 1995 r. Luciano Fadiga i współpracownicy[4] pokazali, że obserwowanie działania zwiększa pobudzenie pierwszorzędowej kory ruchowej odpowiedzialnej za wykonywanie tych samych działań. W 1996 r. Scott Grafton i współpracownicy[5] pokazali, że podobne obszary przedmotoryczne oraz ciemieniowe są aktywne podczas wykonywania ruchów dłońmi i na widok podobnego działania, zwłaszcza w lewej półkuli. W 1999 r. Marco Iacoboni i jego współpracownicy[6] wykazali, że obserwowanie i wykonywanie działania zdaje się wzajemnie oddziaływać w brzuszej korze przedmotorycznej podczas imitowania. W 2000 r. Marcel Brass i jego współpracownicy[7] zauważyli, że obserwacja konkretnej czynności przyspiesza jej wykonywanie i spowalnia wykonywanie takiej, która jest z tamtą niezgodna.

[3] Przypis tłumacza: obecnie Christian Keysers i Valeria Gazzola kierują własnymi grupami badawczymi w Netherlands Institute for Neuroscience w Amsterdamie. Christian Keysers jest także profesorem na Uniwersytecie w Amsterdamie.

[4] Przypis tłumacza: współczesne, bardzo interesujące badania dowodzą, że repertuar wokalizacji małp człowiekowatych jest znacznie bardziej złożony. Co więcej, wydaje się, że małpy potrafią posługiwać się wręcz prymitywnymi „zdaniami”, ponieważ kolejność sygnałów w sekwencji może wpływać na znaczenie komunikatu. Zob. np. Zuberbühler, K., (2017). Social concepts and communication in nonhuman primates, psychological mechanisms in animal communication, (red.) M.A. Bee, C.T. Miller, vol. 5, Springer, s. 251–270. Więcej o różnych aspektach małpiej komunikacji przeczytać można w: Kwiatek, Ł., (2017). *Przemów a cię ochrzczę. O małpach wychowanych na człowieka*, CCPress (ebook).

[5] Przypis tłumacza: w języku angielskim, w przeciwieństwie do polskiego, słowa nie odmieniają się przez przypadki, więc te dwa zdania różnią się wyłącznie kolejnością wyrazów: „dog bites man” – „man bites dog”.

[6] Bardziej wnikliwe rozważania na temat gramatyki wychodzą poza zakres tej książki, ale nawet tym, którzy sądzą, że gramatyka była nudną i żmudną częścią edukacji szkolnej, polecam przeczytanie fascynującej książki Stevena Pinkera *The Language Instinct*. Przypis tłumacza: więcej o języku, w tym także gramatyce, w kontekście neuronów lustrzanych przeczytać można w książce Benjamina Bergena *Latające świnie* (tłum. Z. Lamża, Kraków: Copernicus Center Press, 2017).

[7] Gra nosi nazwę dylematu więźnia ze względu na swoją oryginalną formę. Dwóch współników zostało oskarżonych o przestępstwo. W pojedynczych celach każdemu z nich osobno zaoferowano układ: jeśli zezna przeciwko współnikowi, ale współnik nie zezna przeciwko niemu, to on sam wychodzi na wolność, ale jego współnik dostanie 10-letni wyrok. Jeśli nikt nie pójdzie na układ, obaj dostaną 6-miesięczne wyroki (decyzja o kooperacji), a jeśli obaj będą zeznawać, każdy zostanie skazany na 5 lat. Problem oskarżonego polega na tym, że nie wie, czy jego współnik pójdzie na układ, czy nie.

[8] Hebb tak naprawdę nie użył tych słów. Zamiast tego powiedział: „Jeżeli akson komórki A znajduje się wystarczająco blisko, by pobudzić komórkę B i wielokrotnie i uporczywie uczestniczy w jej pobudzaniu, jakiś proces wzrostu albo metabolicznej przemiany wystąpi w jednej lub obu komórkach, tak że efektywność A, jako jednej z pobudzających komórek dla B, wzrasta”.

[9] By zilustrować podstawową zasadę, nie wspominam *explicite* o korze ciemieniowej w tym wyjaśnieniu, ale informacje zawsze przechodzą przez korę ciemieniową, dochodząc do obszaru F5.

[10] Koncepcja, wedle której neurony lustrzane nie są systemem rozumienia innych, ale konsekwencją Hebbowskiego uczenia się w systemie, który pierwotnie służy kontrolowaniu naszych własnych działań, jest podobna do modelu ASL Cecilii Hayes[77].

[11] W inżynierii pojęcie przewidywania sensorycznych konsekwencji działań, w celu sprawdzenia informacji wzrokowych, często było określane jako *modelowanie metodą wprost* (ang. *forward modeling*). [zob. np. 82].

[12] Eksperyment został przeprowadzony na piętnastu niemowlętach, które najpierw obserwowały działanie, oraz piętnastu, które najpierw bawiły się rękawicą pokrytą rzepem. Alison i Anne to postaci fikcyjne, które wymyśliłem dla tego opisu, ale odpowiadają one średniej każdej z grupy 15 dzieci.

[13] Dziękuję Marco del Giudice i Valerii Manerze za zwrócenie mojej uwagi na ten eksperyment i pomoc w rozwoju moich poglądów na temat Hebbowskiego uczenia się.

[14] W ich modelu ASL, Cecilia Heyes i Marcel Brass[80] elegancko odróżnili te dwa typy asocjacji: asocjacje pomiędzy odgłosem oraz widokiem działania są asocjacjami w ramach

domeny zmysłowej i są nazywane asocjacjami poziomymi. Te pomiędzy odgłosem i wykonywaniem gaworzenia przecinają poziomy reprezentacji i nazywane są pionowymi.

[15] Przypis tłumacza: nowsze badania sugerują jednak – co jeszcze lepiej pasuje do koncepcji Autora, że nawet wystawianie języka przez noworodki nie jest przejawem wrodzonej imitacji. Zob. Oostenbroek, J., Suddendorf, T., Nielsen, M., Redshaw, J., Kennedy-Constantini, S., Davis, J., Clark, S., Slaughter, V. (2016). Comprehensive longitudinal study challenges the existence of neonatal imitation in humans. *Current Biology*, 26, 1334–1338. Warto także przeczytać popularnonaukowy artykuł Kingi Wołoszyn i Mateusza Hohola *Koniec z małpowaniem*, który ukazał się w *Tygodniku Powszechnym* (TP 29/2017), będący przystępnym omówieniem kontrowersji wokół neonatalnej imitacji.

[16] Ten mechanizm nie wymaga, aby bodziec odzwierciedlał zachowanie dziecka, nawet system, który emituje dźwięk za każdym razem, gdy dziecko się poruszy, przyciągnie jego uwagę.

[17] Będę używał terminu autyzm jako skróconej wersji bardziej dokładnej, ale nieporęcznej frazy „spektrum zaburzeń autystycznych”. W sytuacjach, gdy będę chciał odnieść się do autyzmu w węższym znaczeniu, będę mówił o autyzmie właściwym.

[18] To przełączanie może angażować część mózgu, o której wiadomo, że odgrywa kluczową rolę wtedy, gdy ludzie kierują swoją uwagę z jednego bodźca na drugi: styk skroniowo-ciemieniowy[128].

[19] Przypis tłumacza: technika skoku wzwyż wynaleziona przez amerykańskiego lekkoatletę Richarda Fosbury’ego (charakterystyczną jego cechą jest odbijanie się będąc nieco odwróconym bokiem do poprzeczki i przelatywanie nad nią plecami). Dzięki nowatorskiemu stylowi Fosbury zdobył złoty medal olimpijski w skoku wzwyż podczas igrzysk w Meksyku w 1968 r.

[20] Wręczanie jedzenia nie jest bezpośrednim procesem u małp: raczej zamiast naprawdę je podawać innemu osobnikowi, małpa toleruje fakt, że inne małpy zjadają trochę jej żywności.

[21] W swojej książce *Psychopaci są wśród nas* (tytuł oryginalny: *Without conscience*) Robert Hare dostarcza bardzo bogatego opisu psychopatów z mnóstwem cytatów ilustrujących sposób myślenia takich ludzi. Bardzo polecam lekturę tej książki wszystkim, którzy chcieliby dowiedzieć się więcej o tym zaburzeniu.