

## Ja immunologiczne: tworzenie znaczenia *in vivo*

**Yair Neuman**

Wydział Pedagogiki, Ben-Gurion,  
University of the Negev, Izrael

przełożył: Piotr Momot

przejrzał i poprawił: Marcin Miłkowski

### Abstrakt

Ja immunologiczne jest naszym zreifikowanym opisem procesów, dzięki którym układ odpornościowy utrzymuje wyodrębnioną tożsamość organizmu i siebie samego. Jest to proces interpretacyjny, i żeby badać go w sposób naukowo konstruktywny, powinniśmy połączyć długoletnią hermeneutyczną tradycję pytania o naturę interpretacji ze współczesnym rozumieniem układu odpornościowego, pojawiającymi się technologiami badawczymi oraz zaawansowanymi narzędziami obliczeniowymi analizującymi dane sensoryczne.

**Słowa kluczowe:** badania interdyscyplinarne; ja immunologiczne; kontekstualizm; poznanie; tworzenie znaczenia.

### 1. Wstęp filologiczny

Internetowy słownik etymologiczny [<http://www.etymonline.com/>] informuje, że korzenie angielskiego terminu oznaczającego „ja” (*self*) tkwią w określeniach „odrębny, osobny” (*separate, apart*), co oznacza, że pragermańskie źródła tego pojęcia, odnoszącego się do „czyjejs własnej osoby, siebie” (*one’s own person, same*), wpływają z tworzenia „różnicy, która robi różnicę” (Bateson 2000).

Pierwsza definicja „ja” (*self*) w *Oxford English Dictionary (OED)* dostarcza nam kolejnej ważnej informacji, pokazując, jak znaczenie tego słowa zmieniało się w dość krótkim okresie naszej kulturowej ewolucji. *OED* definiuje „ja” jako „istotowy byt osoby, który odróżnia ją od innych osób, rozpatrywany przede wszystkim jako przedmiot czynności *introspekcyjnych* i *refleksyjnych*” (podkreślenia moje). Podczas gdy pragermańskie źródło nie mówi nic o „istocie”, definicja podana w *OED* jest wytworem reifikacji, w której wyniku najbardziej podstawowa czynność ustana-

wiania różnicy, która robi różnicę, przeistacza się w tajemniczą istotę, będącą dodatkiem przedmiotem introspekcji i refleksji innej, nie mniej tajemniczej „istoty”. Ta esencjalistyczna definicja ja nie mogłaby powstać poza Europą, gdzie kontrolna i regulująca funkcja kościoła katolickiego została zastąpiona wewnętrznym kompasem, superego dokonującym introspekcji i refleksji w odniesieniu do ludzkiej duszy, która z kolei jest „samoświadoma” w bardzo europejskim i protestanckim sensie.

Można oczywiście kwestionować taki „kulturowy relatywizm”, zgodnie z którym znaczenie „ja” wyznaczone jest przez symboliczną sieć danego okresu historycznego. Można by zapytać, czy [ja] jest nam w ogóle potrzebne? Czy możemy sobie wyobrazić osobę bez ja? Czy możemy wyobrazić sobie osobę bez motywacji lub świadomości? Czy możemy utrzymywać, że ludzie posiadają ja wyłącznie dlatego, że termin ten został rozpowszechniony w protestanckich kościołach Europy? Naiwny realista mógłby użyć broni ostatecznej zagłady: porównania do Newtonowskiego prawa powszechnego ciężenia. „Czy naprawdę wierzysz – zapytałby kąśliwie – że prawo to zaistniało dopiero wtedy, gdy Newton je sformułował? Czy jabłka spadały w inny sposób, zanim genialny Sir Izaak ujął tę zasadę w kategoriach matematycznych? Zapewne nie zgadzasz się z tym niemądrym stanowiskiem, dlaczego więc twierdzisz, że europejska kultura wynalazła coś, co prawdopodobnie istnieje w każdej istocie ludzkiej?”. „Mój drogi naiwny realisto – moglibyśmy odpowiedzieć – nie zauważyłeś różnicy między jabłkiem a istotą ludzką? Podczas gdy jabłko istnieje «w sobie i dla siebie», istota ludzka myśli, ma motywacje i zachowuje się stosownie do skomplikowanej sieci symbolicznej, w którą jest uwikłana. Jak stwierdził Bachtin, wszyscy jesteśmy niepowtarzalni, ale nigdy nie jesteśmy samotni – jako że nieustannie wchodzimy w interakcje z innymi ludźmi, którzy wprowadzają nas w świat i kształtują nasze perspektywy, musimy świadomie uznać schematy, które kształtują nasz umysł. Starożytnych Greków najsilniej motywował kodeks honorowy. Czy taki Grek był «motywowany» tak samo, jak racjonalny kapitalista, który ujmuje swą motywację w kategoriach maksymalizacji zysków? Odpowiedź brzmi najprawdopodobniej «nie», ponieważ starożytny Grek nie zachowywał się obojętnie wobec kulturowych ram, które wpływały na jego zachowanie, a także pojmowanie tego zachowania”.

Celem tego krótkiego filologicznego wstępu w artykule traktującym o ja immunologicznym nie jest bynajmniej propagowanie formy kulturowego relatywizmu, którą całkowicie odrzucam, ale refleksyjne i krytyczne odniesienie się do kulturowej i kontekstualnej natury pojęć kierujących naszą intelektualną aktywnością i w niej pośredniczących. Poważna dyskusja o ja immunologicznym nie byłaby możliwa bez rozważenia bagażu kulturowej ewolucji, w której trakcie pojęcie „ja” nabrało różnych znaczeń.

## 2. Ja immunologiczne: co i jak

Pojęcie „ja immunologicznego” stanowiło już przedmiot intensywnych analiz teoretycznych, nie chciałbym się więc skupiać teraz na przeglądzie literatury poświęconej temu zagadnieniu, tylko na przedstawieniu własnego poglądu. Podążając tropem swojej poprzedniej pracy na ten temat (Neuman 2008), chciałbym unikać odpowiedzi na pytanie: „Czym jest ja immunologiczne?”, jako że w sposób prawie nieunikniony prowadzi ono do esencjalistycznej pułapki. Zamiast tego postaram się zaproponować taką konceptualizację, która będzie zarazem teoretycznie zrozumiała i płodna w stawianiu nowych pytań badawczych. Jak stwierdzili Efroni i Cohen (2003), nie powinniśmy oceniać teorii naukowej wyłącznie pod kątem jednego, ograniczonego kryterium, czyli tego, jak jest ona w stanie odpowiadać na pytania naukowe. Istotnym kryterium jest bowiem również jej zdolność do ich stawiania. Przywołując niekonwencjonalną metaforę, mógłbym powiedzieć, że podobnie jak organizm, koncepcja nie powinna być rozpatrywana wyłącznie pod kątem rozwiązań, jakie stanowi w obliczu sił ewolucji, ale również jako potencjalna obietnica, źródło regeneracji i żywotności dla nadchodzących pokoleń.

Pozwolę sobie jednak zacząć od powrotu do źródłowego znaczenia „ja”, czyli twórczenia różnicy, która robi różnicę. Jeśli przyjmiemy to znaczenie, unikniemy „kategorialnego błędu przypisywania ludzkich cech limfocytom czy przeciwciałom” (Tauber 1996: 8). Tauberowska krytyka antropomorfizmu „ja immunologicznego” byłaby trafna, gdybyśmy w stosunku do układu odpornościowego zastosowali koncepcję nowożytną, protestancką. Jeśli jednak przyjmiemy stare rozumienie ja jako wytwarzania granicy, nie jest kategorialnym błędem użycie tego pojęcia do opisu funkcjonowania limfocytów i przeciwciał, jako że są to elementy ewidentnie odgrywające określoną rolę w ustanawianiu i utrzymywaniu granic niezbędnych do przetrwania organizmu jako wyodrębnionej jednostki działania. Powinniśmy zauważyć, że koncepcja ta nie wiąże się z błędnym kołem, mimo że mamy w niej do czynienia z pojęciowym przeskokiem między kilkoma dziedzinami czy typami logicznymi. Ja jest „systemowym zamknięciem organizmu, które określa go ze wszystkich praktycznych względów jako wyodrębnioną jednostkę aktywności/analizy” (Neumann 2008: 96). Bez przedteoretycznej obserwacji, że pewne obiekty istnieją, a zatem są wyodrębnione z reszty świata, w ogóle nie moglibyśmy prowadzić teoretycznej dyskusji. Możemy zadać sobie pytanie, w jaki sposób obiekty te wyodrębniły się w naszym umyśle (jest to pytanie epistemologiczne/psychologiczne), i jak doszło do tego, że – niezależnie od naszej refleksji – wyodrębniły się w świecie (pytanie ontologiczne). Podczas gdy jednostki świata nieożywionego istnieją, jak to określił Husserl, „w sobie i dla siebie”, organizmy nieustannie usiłują aktywnie podtrzymywać swą odrębność w świecie. Każdy bez wyjątku organizm, każdego dnia, w każdym momencie, stale walczy, by ustanawiać i podtrzymywać swą wyodrębnioną egzystencję.

Jak pokazały nam powyższe rozważania, niewielki przeskok w semantyce ma wyraźnie praktyczne konsekwencje. Jeśli ja oznacza tworzenie granic, to pytanie nie brzmi „czym jest ja immunologiczne?”, ale „jak ono działa?”. Natykamy się tu jednak na kolejną wersję esencjalistycznego podejścia, sugerującą, że istnieje wrodzony genetyczny kod kreskowy, umożliwiający układowi odpornościowemu utrzymanie granic organizmu i ustanawianie jego systemowego zamknięcia. Zgodnie z tą redukcjonistyczną koncepcją genetyczną, każdy organizm posiada – tak jak puszka fasoli w supermarkecie – jasno określony kod kreskowy, swego rodzaju linie papilarne, które wyrażają jego niepowtarzalną tożsamość i pozwalają odróżnić jeden organizm od drugiego. Genetyczny kod kreskowy (np. MHC) miałby odgrywać pewną rolę w ustanawianiu systemowego zamknięcia, tak jak imię osoby oznacza pewien aspekt jej tożsamości – nie jest on jednak w stanie całkowicie wyjaśnić systemowego zamknięcia organizmu i jego tożsamości, tak samo jak imię osoby może ją desygnować, ale nie może być uznane za jej tożsamość. Znak nie jest nigdy tym samym, co oznacza. W perspektywie redukcjonizmu genetycznego po-brzmiewa więc pewne naiwne, czy wręcz prymitywne pojęcie, utożsamiające znak z tym, co oznacza. Groza związana z wymawianiem diabelskiego imienia w niektórych kulturach wynika dokładnie z tego pojęcia i przekonania, że akt ten może przywołać samego diabła.

Redukcjonistyczna koncepcja genetyczna jest ponadto błędna chociażby z tego prostego powodu, że nasze ciała jest żywicielem rozmaitych mikroobów, które nie przeszłyby przecież sprawdzianu kodu kreskowego; więcej: pewne części naszego ciała nie są w stanie go zdać. Prosty przykład, który omawiam w mojej książce, dotyczy tolerancji męskiego ciała na plemniki. Ciało zaczyna je produkować długo po uformowaniu się w dzieciństwie jego immunologicznej tożsamości (czymkolwiek ona jest). Ci „nowicjusze” nie są tolerowani przez układ odpornościowy tylko dlatego, że posiadają jego genetyczny kod kreskowy. Uszkodzenie jąder może bowiem spowodować, że układ odpornościowy zidentyfikuje plemniki jako powiązane z infekcją i zaatakuje je bez względu na posiadany przez nie dowód tożsamości. W dynamicznym i symbiotycznym kontekście żyjącego organizmu model kodu kreskowego jest zbyt sztywny, by wytłumaczyć systemowe zamknięcie, tak samo jak tożsamości miasta nie możemy wyjaśnić, tłumacząc, że mogą w nim żyć tylko te osoby, które posiadają certyfikat określający je jako jego obywateli. Taka strategia uniemożliwiłaby nam goszczenie *E. coli* w naszej okrężnicy, mimo pożytecznych symbiotycznych relacji, jakie mamy z tą bakterią. Innymi słowy, jak uczył nas Darwin, organizm jest czymś dynamicznym. Sztywna esencjalistyczna forma tożsamości zablokowałaby wszelkie zmiany, symbiotyczne relacje czy kontekstualną elastyczność, które są tu najważniejsze. „Dobrze powiedziane! – rzekłby redukcjonista – odrzucimy zatem ja immunologiczne i zostawmy... nie-ja”. Taka właśnie sugestia leży u podstaw teorii selekcji klonalnej zaproponowanej przez Burneta. Burnet wysuwa bardzo atrakcyjną koncepcję, zgodnie z którą limfocyty, które reagują na gości, są niszczone, i dlatego układ odpornościowy identyfikuje i atakuje tylko nie-siebie. Atrakcyjność tego pomysłu wynika z bardzo podstawowych przy-

czyn. Istnieje niebezpieczeństwo, że układ odpornościowy, który rozpoznaje „swój” organizm, będzie go atakował, i stąd ewolucja w sposób naturalny doprowadziła do powstania układu odpornościowego ślepego na siebie i rozpoznającego tylko nie-siebie. Jak wiemy, nie ma armii bez wroga, ale dla Burneta układ odpornościowy jest wręcz armią bez ojczyzny, której należałoby bronić. Jedyne niewielki błąd tej atrakcyjnej teorii polega na tym, że jest ona błędna. Według Cohena (1994) układ odpornościowy potrafi rozpoznać siebie. Cohen przekonująco przedstawia tę tezę i jako alternatywę wprowadza dialogiczną koncepcję: ja i nie-ja są komplementarnie reprezentowane w układzie odpornościowym. Nie ma ja bez nie-ja i *vice versa*. Teoretyczny problem, który musi teraz rozwiązać, polega na pytaniu, jak ta delikatna harmonia pomiędzy ja i nie-ja jest dynamicznie i kontekstualnie tworzona i utrzymywana. Dochodzimy tu do koncepcji, że układ odpornościowy jest układem wytwarzającym znaczenie.

### 1. Układ odpornościowy to układ wytwarzający znaczenie

Wyzwanie, z którym musi sobie poradzić układ odpornościowy, nie ma czysto mechanicznego charakteru; nie polega na doborze odpowiedniego klucza do odpowiedniego zamka, receptora do antygeny. Pozornie przekonująca metafora klucza i zamka nie może wyjaśnić złożonego zachowania układu odpornościowego (Cohen 2000; Neuman 2008). Moim zdaniem, wspomniane wyzwanie polega na interpretacji – na tworzeniu znaczenia. Żeby to wyjaśnić, odwołam się do języka naturalnego. Opisując układ odpornościowy jako układ wytwarzający znaczenie, nie poprzestaną jednak na zastosowaniu metafory językowej, mówiącej, że układ odpornościowy jest jak język naturalny. Przeciwnie, uważam, że tworzenie znaczenia w jego różnych formach, leży zarówno u podstaw aktywności układu odpornościowego, jak i u podstaw języka naturalnego. Chcąc wytłumaczyć tę myśl, zacznę od wyjaśnienia polisemii znaku. Znaki w języku naturalnym mogą być polisemiczne – w odmiennych kontekstach mogą posiadać różne znaczenia. I tak na przykład słowo „bass” może zostać użyte do oznaczenia gatunku ryby [okonia] lub do oznaczenia gitary basowej. Nie istnieje bowiem znaczenie, które zawierałoby się w samym znaku. Znaczenie znaku to nie kod kreskowy, nie odnosi się ono do wymarzonego sensu egzystującego gdzieś w królestwie platońskich idei. Forma znaku jest przy tym arbitralna, jak trafnie zauważył de Saussure. Polisemia jest charakterystyczną cechą naturalnych systemów znaków – począwszy od języka ludzkiego, skończywszy na układzie odpornościowym – i nieodzownie wymaga działalności interpretacyjnej. Jeśli ten sam znak może mieć w różnych kontekstach różne znaczenia, skąd wiemy, jak przypisać mu odpowiednie? Sedno aktywności interpretacyjnej leży w naszej potrzebie rozwiązania problemu ujednoznacznienia znaczenia. Zróbmy teraz jednak krok wstecz i spróbujmy wytłumaczyć, dlaczego w ogóle istnieje polisemia. Dla wyjaśnienia tego zjawiska przywołajmy przełomową pracę Zipfa (1949). Zipf identyfikuje konflikt obecny w każdym akcie komunikacji. Gdy używam znaku do przekazania pewnego znaczenia, w moim ekonomicznym i

energetycznym interesie leży minimalizacja mojego wysiłku. Interes ten nie wynika z ideologicznego lenistwa. Dla kolejnych pokoleń organizmów świat był (i nadal jest) trudnym miejscem do życia, miejscem, gdzie zasoby nie są dane za darmo. W tym kontekście pierwszą zasadą widoczną w różnych formach biologicznego zachowania jest optymalizacja zużytkowania energii. Można więc mieć pewność, że „nadawca” wybrałby taki wariant, w którym zakomunikowanie wszelkich możliwych intencji, myśli, emocji i wszystkiego, co jest w ogóle komunikowalne, możliwe by było przy użyciu jednowyrazowego słownika. Dlaczego niby mózg miałby zajmować się budowaniem, utrzymywaniem i używaniem większego mentalnego leksykonu, skoro można by użyć jednego magicznego słowa na określenie wszystkiego? To samo odnosi się do przetwarzania znaków w sferze biologicznej. Gdyby antygen, np. wirus, mógł zostać określony w kategoriach mechanicznych jako „klucz”, i jeżeli posiadałby wolny wybór w kwestii projektowania samego siebie, to prawdopodobnie przybrałby formę wytrycha mogącego potencjalnie otworzyć dowolny zamek. Byłby jak jednowyrazowy słownik, który umożliwia uzyskanie odpowiedniej reakcji przy minimalnym wydatkowaniu energii. Problem leży zatem w przeciwnym interesie „odbiorcy”, który chciałby zainwestować jak najmniejszą ilość energii w interpretację znaku. Próbując zrozumieć znaczenie jednowyrazowego słownika, musiałby ponieść olbrzymi wysiłek porównywania znaku ze wszystkimi możliwymi bytami i działaniami w świecie. Dla odbiorcy interes jest więc jasny: osobny znak dla każdego możliwego znaczonego bytu lub działania. Ten postulat jest jednak nierealny z powodu wysiłku, jakiego wymagałoby to od nadawcy – utrzymywania olbrzymiego, wręcz astronomicznych rozmiarów, słownika, zawierającego, na przykład, różne znaki dla „ja”; „ja”, które odnosi się do osoby, którą jestem dzisiaj, ale również inne „ja”, odnoszące się do osoby, którą byłem wczoraj, gdy mój nastrój był inny, itd. To samo dotyczy układu odpornościowego. Gdyby receptor mógł zostać analogicznie określony jako zamek, musiałby stanowić sztywny schemat, bez problemu identyfikujący złośliwych intruzów. Przeciwniało posiada faktycznie taką sztywniejszą część, pewien niezmienny „zamek”, ale jest to tylko jeden z aspektów jego działania, elastyczna część jest mu bowiem niezbędna do podążania za gwałtownym pędem, w jakim potencjalne antygeny zmieniają swój „zamek”, aby przetrwać. W tej ewolucyjnej grze między sprzecznymi potrzebami energetycznymi „nadawcy” i „odbiorcy” polisemia znaku jest swego rodzaju rozstrzygnięciem pomiędzy dwoma ekstremalnymi stanami. Nie twierdzę, że jest to uzgodniony, racjonalny i świadomy rezultat społecznej umowy między „odbiorcami” i „nadawcami” w sferze biologicznej; chciałbym za to podkreślić fakt, że ten sam biologiczny czynnik może funkcjonować zarazem jako nadawca i odbiorca. Możemy jednakże na pewno uznać polisemię znaku, zarówno w odniesieniu do języka naturalnego, jak i do immunologii, za optymalne rozwiązanie, wyłaniające się pod przymusem sprecznych interesów uczestników komunikacji. Ceną tego rozwiązania jest konieczność interpretacji znaku w określonym kontekście. Pomyślmy o tej ewolucyjnej grze, przywołując przykład relacji pasożyta i jego żywiciela. Żywiciel i pasożyt rozpoznają się wzajemnie. W interesie każ-

dego z nich leży identyfikacja drugiego przy minimalnym wysiłku; jednocześnie muszą upewniać się, że nadal obowiązuje ich umowa społeczna, polegająca na wzajemnym wsparciu. Na przykład pasożyt może stanowić dla żywiciela pojedynczy biologiczny znak, identyfikujący go jako jednego z „dobrych”. Taki stan wymagałby jednak od nosiciela wielkiego wysiłku mającego na celu zinterpretowanie tego znaku w zmieniających się okolicznościach kontekstowych. Pojedynczy, posiadający jedno określone znaczenie sygnał, rozpoznający pasożyta jako uprawnionego gościa, może być niewystarczająco elastyczny, ażeby zidentyfikować go jako niechcianego przybysza w odmiennym kontekście. Rozwiązaniem jest tu więc sytuacja, w której żywiciel i pasożyt uwikłani są w kontekstualną i przekształcającą się sieć znaków, konstytuującą wzajemne rozpoznanie w zmieniających się nieustannie warunkach. Na przykład w przypadku śmierci, w rozkładzie ciała pośredniczy namnożenie się mikroorganizmów żyjących w układzie pokarmowym. Ich gwałtowna przemiana jest rezultatem zmieniającego się kontekstu, w jak najbardziej dosłownym, aczkolwiek zarazem semiotycznym, znaczeniu tego terminu. Kiedy żywiciel przestaje funkcjonować jako wygodny dom gościnny, oznaki rozkładu nadają dotychczas pokojowym gościom charakter brutalnych agresorów. Podsumowując, polisemia znaku jest optymalnym rozwiązaniem dla pojawienia się złożonych niemechanicznych interakcji w organizmach i pomiędzy nimi, w różnych skalach analizy. Tworzenie znaczenia może zatem zostać zdefiniowane jako „proces, który zapewnia zróżnicowaną reakcję układu na nieokreślony sygnał” (Neuman 2008: 138). Ilekroć biologiczny sygnał jest w różnych kontekstach interpretowany na przynajmniej dwa różne sposoby, tylekroć mamy do czynienia z tworzeniem znaczenia. Z definicji tej dowiadujemy się, że ja immunologiczne – czy kontekstualny i dynamiczny proces, dzięki któremu układ odpornościowy przyczynia się do wyodrębnionej egzystencji organizmu – wymaga nieustannego, rozproszonego procesu interpretacji. Kontekstualny aspekt tej czynności przedstawiam w kolejnej części.

#### **4. Kontekst: falujące sygnały**

W przetwarzaniu języka naturalnego osiągnięto imponujące wyniki w zakresie budowania algorytmów do ujednoznaczniania znaczenia słów. Jaką lekcję możemy wynieść z tej dziedziny dla lepszego zrozumienia tworzenia znaczenia w układzie odpornościowym? Po pierwsze, wyzwanie, któremu musi stawić czoła układ odpornościowy, być może polega właśnie na rozróżnieniu dwóch znaczeń znaku: ja i nie-ja. W tym kontekście problem ten powinien być łatwiejszy do rozwiązania niż w przypadku ujednoznaczniania znaku przy większej liczbie potencjalnych znaczeń. Układ odpornościowy jest jednak w znacznie gorszej sytuacji, jako że nie posiada on uprzednio zdefiniowanego słownika terminów i znaczeń ani skomentowanego zbioru zdań identyfikującego różne znaczenia słowa. Musi więc wykorzystywać naturalną inteligencję i rozumowanie na podstawie kontekstualnych wskazówek. Kontekstualne wskazówki to schematy współwystępujących biolo-

gicznych sygnałów, przypominające te pojawiające się w języku naturalnym. Na przykład, jeśli mam rozpoznać znaczenie słowa „bass” w zdaniu: „I ate a bass in the restaurant” (Zjadłem okonia w restauracji), to słowa „ate” (zjadłem) i „restaurant” (restauracji) stanowią minimalny kontekst do rozpoznania „bass” jako nazwy rodzaju ryby. Natomiast w zdaniu: „The musician played wonderfully on the bass during a concert given at the jazz club” (Muzyk grał wspaniale na basie podczas koncertu w klubie jazzowym), słowa „musician” (muzyk), „concert” (koncert) i „jazz club” (klub jazzowy) wskazują na to, że słowo „bass” jest tu najprawdopodobniej użyte na oznaczenie instrumentu muzycznego. Mimo to nawet w tym kontekście nie możemy wykluczyć całkowicie innego użycia. Jest teoretycznie możliwe, że muzyk używał okonia, by wydobyć z niego dźwięki, które oczarowały publiczność awangardowego koncertu jazzowego. W każdym razie rozumowanie do najlepszego wyjaśnienia doprowadziłoby nas do przekonania, że jest inaczej. Makrofagi są właśnie takimi kontekstualnymi wskazówkami. Nie mogą wyczuć antygeny bezpośrednio, ale informują o stanie tkanek ciała, obecności i efektach czynników infekcyjnych i o stanie aktywności sąsiednich czynników immunologicznych. Kontekst immunologiczny jest zatem minimalną konfiguracją sygnalizujących czynników/przeżyć, dzięki której niejednoznaczny biologiczny czynnik identyfikowany jest jako wróg lub przyjaciel. Jest to dynamiczna sieć, w której sygnalizacja/komunikacja „głosuje” za decyzją przez zbieżną decyzję czynników odpornościowych: limfocyty T reagują na antygen przez MHC, ale nie mogą zareagować na strukturę białek, jak robią to limfocyty B. Makrofagi wyczuwają kontekst, ale nie są zdolne zareagować na strukturę itd. Ujednoznacznienie znaku jest złożonym zadaniem, w którym różnorodne perspektywy zbiegają się w celu przeprowadzenia możliwego rozwiązania. Koncepcja ta wymaga kontekstualnej analizy funkcjonowania układu odpornościowego, przy użyciu narzędzi podobnych do tych stosowanych w badaniach nad uczeniem się maszyn i przetwarzaniem języka naturalnego. Musimy rozpoznać różne czynniki biorące udział w reakcji układu odpornościowego, zarejestrować ich zachowanie przy użyciu odpowiednich sensorów i zanalizować liczne interakcje w celu zidentyfikowania schematów tego zachowania. Rozwój przyszłych urządzeń do rejestrowania aktywności czynników odpornościowych zamieni tę naukę w fantastykę w rzeczywistą naukę. Tak jak w przypadku postępów poczynionych w projektowaniu interfejsów mózg-maszyna, wyzwania stojące przed immunologią mają raczej „techniczny” niż teoretyczny czy metafizyczny charakter, co może wydawać się zaskakujące.

## 5. Wracając do ja immunologicznego

Czego nauczyliśmy się w trakcie tej krótkiej wyprawy? Pierwsza ważna lekcja wiąże się z kształtowaniem naszego pojmowania przez nasze kulturowe schematy. Ujęcie ja immunologicznego w protestanckich kategoriach nie przyniesie korzyści naszemu zrozumieniu funkcjonowania układu odpornościowego. Prezentując tę krytykę nie miałem jednak w ogóle na celu krytyki religii w stylu Dawkinsa. Wyda-



je mi się jednak, że wyobrażanie sobie ja immunologicznego jako jaźni chrześcijańskiej jest błędną konceptualizacją również dla oddanych wyznawców. W każdym bowiem żyjącym układzie, który realizuje procesy sterowania samym sobą, układ odpornościowy musi mieć reprezentacją „siebie”. Cybernetyka nauczyła nas, że nie ma sterowania bez modelu. Model ten musi zawierać reprezentacje zarówno tych wartości, których układ potrzebuje w walce o przetrwanie, jak i tych, których powinien stanowczo unikać. Układ odpornościowy, jako naturalny złożony układ, różni się jednak od systemów stworzonych przez człowieka, np. od termostatu. Jego model siebie jest złożony, nieostry i dynamiczny, podobnie jak komplementarne pojęcie „nie-siebie”. Ja immunologiczne jest naszym zreifikowanym opisem procesów, dzięki którym układ odpornościowy utrzymuje wyodrębnioną tożsamość organizmu i siebie samego. Jest to proces interpretacyjny, i żeby badać go w naukowo płodny sposób, powinniśmy połączyć długoletnią hermeneutyczną tradycję pytania o naturę interpretacji ze współczesnym rozumieniem układu odpornościowego, przyszłymi technologiami do badania systemów oraz zaawansowanymi narzędziami obliczeniowymi analizującymi dane sensoryczne. To wszystko wraz ze zdrowym rozsądkiem pozwoli nam rozpoznać prawdziwą naturę układu odpornościowego, zamiast błędzenia za naszymi zreifikowanymi fantazjami związanymi z naturą tego, co nasze własne.

### **Bibliografia**

- Bateson, G. 2000. *Steps to an ecology of mind*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Cohen, I. R. 1994. Kadishman's tree, Escher's angels, and the immunological homunculus. Red. A. Coutinho, M. D. Kazatchkine, *Autoimmunity: Physiology and disease*: 7-18. Nowy Jork: Wiley-Liss Inc.
- Cohen, I. R. 2000. *Tending Adam's garden*. Nowy Jork: Academic Press.
- Efroni, S., & Cohen, I. R. 2003. The heuristics of biologic theory: The case of self-noself discrimination. *Cellular Immunology*, 223: 87-89.
- Neuman, Y. 2004. Meaning-Making in the immune system, *Perspectives in Biology and Medicine*, 47: 317-328.
- Neuman, Y. 2008. *Reviving the living: Meaning making in living systems*. Oxford: Elsevier.
- Tauber, A. I. 1996. *The immune self: Theory or metaphor?* Cambridge: Cambridge University Press.
- Zipf, G. K. 1949. *Human Behavior and the Principle of Least Efforts*. Nowy Jork: Hafner Publishing Company.