

Rozdział 2

Klonowanie

W świecie *Ricka i Morty'ego* klonowanie to normalka. Zanim jeszcze zostało zaprezentowane w odcinku *Nowe ciało, nowe kłopoty*, a potem w *Propozycji dla Beth*, widzowie domyślali się, że Rick pewnie coś tam sklonował i że pewnie z marnym skutkiem.

W odróżnieniu od wielu dziwacznych technologii pokazanych w serialu klonowanie jest w naszym świecie całkiem realne. No dobra, nie da się wyhodować armii klonów ani pełnej wersji najlepszego kumpla z dzieciństwa, którego przypadkiem zostawiliśmy na placu zabaw w innym wymiarze. Niemniej klonowanie ma solidne podstawy naukowe. A do faktycznego klonowania ludzi może dojść szybciej, niż się spodziewamy.

JĘZYK KLONOWANIA

Tak na wszelki wypadek, żeby wszyscy dokładnie wiedzieli, o czym mówimy, powtórzmy sobie, że klon to organizm stworzony ze swojego przodka i tożsamy z nim pod względem genetycznym. Klonowanie zachodzi zresztą nieustannie – istnieją całe gałęzie drzewa życia, które rozmnażają się bezpłciowo, to znaczy zamiast

powstawać z połączenia DNA dwojga rodziców, nowy organizm wypączkowuje z poprzedniego albo się od niego oddziela (niosąc dokładną kopię DNA przodka) i zaczyna funkcjonować jako całkowicie odrębna jednostka. Odcieliście kiedyś gałązkę z rośliny doniczkowej, żeby wyhodować nowy kwiatek? Gratulacje, przeprowadziliście klonowanie na swoim parapecie.

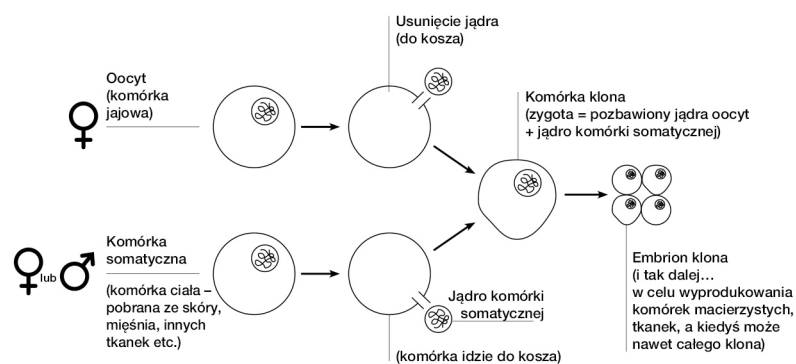
Kiedy jednak mówimy o powielaniu organizmów w celu stworzenia armii klonów (albo wielu kopii Ricka, jak w jego Operacji Feniks z odcinka *Nowe ciało, nowe kłopoty*) czy wymianie konkretnych części ciała, mamy na myśli dwie inne formy klonowania: reprodukcyjną i terapeutyczną.

W dotychczasowych odcinkach *Ricka i Morty'ego* zaprezentowano właśnie klonowanie reprodukcyjne, w którego wyniku powstaje nowe zwierzę, identyczne pod względem genetycznym z poprzednim i stanowiące całkowicie samodzielny organizm.

Podobnie jak klonowanie reprodukcyjne również klonowanie terapeutyczne polega na stworzeniu genetycznie identycznego embrionu, tyle że na tym kończy się jego rozwój. Sklonowany organizm pozostaje w laboratoryjnej probówce, a później pobiera się z niego określone komórki, które wszczepia się pacjentowi, aby zastąpiły jego własne. Metodę tę zastosowano z powodzeniem w laboratorium do wyleczenia myszy cierpiących na schorzenie przypominające chorobę Parkinsona.

Przeanalizujmy sprawę od strony naukowej. W klonowaniu terapeutycznym i reprodukcyjnym wykorzystuje się dość prostą (przynajmniej teoretycznie) technikę. Nosi ona nazwę transferu jąder komórek somatycznych (*somatic cell nuclear transfer* – SCNT) i, o dziwo, nie przypomina poczynąń jakiegoś szalonego naukowca, choć wymaga wielu cierpliwych, precyzyjnych działań przeprowadzonych przez bardzo racjonalnych badaczy, z których żaden nie snuje pokątnie planów zawładnięcia światem.

Do posłużenia się techniką SCNT potrzebne są dwie komórki: komórka somatyczna (z pełnym DNA, a więc nie może nią być plemnik ani komórka jajowa) pobrana z organizmu, który chcemy sklonować, oraz komórka jajowa samicy tego samego (albo blisko spokrewnionego) gatunku. Następnie usuwa się z komórki jajowej jądro (pozostawiając cytoplazmę) i pobiera się jądro z komórki somatycznej dawcy. To ostatnie umieszcza się w pozbawionej jądra komórce jajowej, a wtedy taka odmieniona – to znaczy, hm... zapłodniona – komórka jajowa staje się zygota i pobudzona niewielkim impulsem elektrycznym zaczyna się dzielić. Po kilku dniach komórki tworzą blastocystę, a później embrion. Jeżeli ktoś chce dokonać klonowania reprodukcyjnego, umieszcza embrion w macicy przedstawicielki tego samego (albo bardzo zbliżonego) gatunku, a po rozwiązaniu ciąży uzyskuje klon organizmu, z którego pobrano komórkę somatyczną.



Celem klonowania terapeutycznego jest uzyskanie embrionalnych komórek macierzystych – nieodróżnicowanych komórek, które mogą się różnicować na komórki dowolnego rodzaju. Jeżeli proces przebiegnie zgodnie z planem, komórki macierzyste pobiera się

z blastocysty lub embrionu, a następnie wszczepia pacjentowi, gdzie przekształcają się w taki typ komórek, jaki się znajduje w ich okolicy. W klonowaniu terapeutycznym dąży się do stworzenia embrionu zawierającego komórki macierzyste, a nie całego organizmu. Po pobraniu komórek macierzystych resztę embrionu niszczy się albo przechowuje, nie pozwalając mu się w pełni rozwinąć.

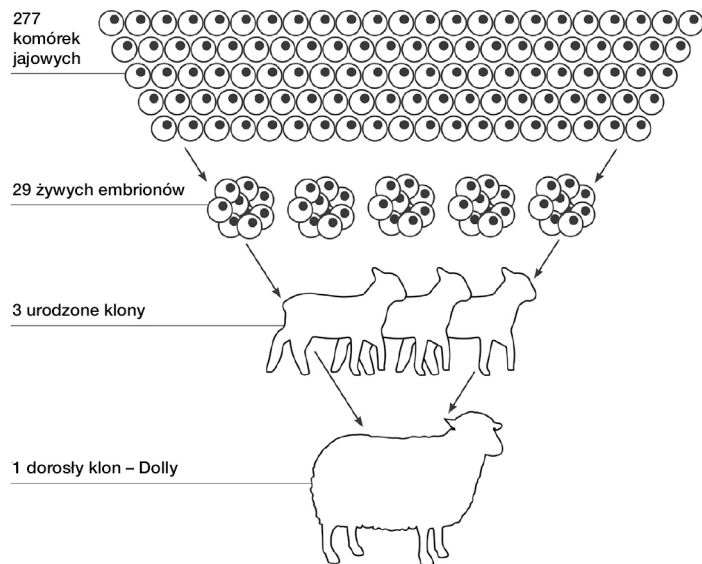
Pomijając skomplikowaną terminologię, klonowanie za pomocą techniki SCNT wydaje się dość łatwe. Wystarczy podmienić instrukcje w maszynie, aby rozwinęła się nowa istota żywa i powstał klon. Zgadza się?

Niestety to nie takie proste.

„NAUKA CZASAMI PRZYPOMINA BARDZIEJ SZTUKĘ NIŻ NAUKĘ”

Choć technika SCNT ma solidne podstawy teoretyczne i wyprodukowanie kłona z jej pomocą wydaje się łatwe, jako metoda klonowania reprodukcyjnego okazała się niezwykle nieefektywna. Cały świat podniósł z zaciekawieniem głowę, kiedy w lutym 1997 roku ogłoszono stworzenie owieczki Dolly, pierwszego ssaka sklonowanego z komórki somatycznej dorosłego osobnika. Gdyby wierzyć ówczesnym doniesieniom medialnym, można by pomyśleć, że od możliwości klonowania wszystkich i wszystkiego dzieliły nas wtedy zaledwie miesiące, najwyżej lata. Zapanowała prawdziwa histeria.

Tyle że Dolly nie powstała w wyniku jednorazowej próby klonowania. Uczni zaczęli od 277 komórek jajowych, z których za pomocą techniki SCNT otrzymali 29 żywych embrionów. Z nich urodziły się zaledwie trzy owieczki, a tylko jedna z nich – Dolly – osiągnęła dorosłość. Z punktu widzenia szans na przetrwanie to dość kiepski wynik.



Techniki klonowania zostały ulepszone, lecz najlepsza z nich ma zaledwie dziewięcioprocentową skuteczność, o ile tylko zastosuje się ją do jakiegoś dobrze poznanego gatunku, na przykład myszy. Skuteczność klonowania zwierząt nieudomowionych – czyli takich, które nie występują powszechnie w laboratoriach, hodowlach ani w domach – nie przekracza jednego procenta. Niemniej dzięki unowocześnieniu stosowanych technologii sklonowane organizmy dożywają zaawansowanego wieku, udało się też uzyskać całe linie hodowlane zwierząt. Badacze z Japonii stworzyli dwadzieścia sześć pokoleń (600 osobników) potomków sklonowanej myszy, a owce sklonowane po Dolly dożywały starości. Trudność polega jednak na uzyskaniu pierwszego sklonowanego osobnika. Nie ma co ukrywać, nie będziemy mieć z górki.



Rozdział II

Jak podrasować mózg

Wasz mózg mógłby – i powinien – działać lepiej.

A przynajmniej tak uważają Elon Musk, Mark Zuckerberg, Bryan Johnson i Rick Sanchez.

W odcinku *Inteligentny pies* Rick nawet pieska Smithów zamienił w niedoszłego pogromcę ludzkości. Zna również doskonale kognitywne skutki uboczne kontaktu z meganasionami i z pewnością w jakiś sposób usprawnił działanie swoich neuronów. Funkcjonalność mózgu to jeden z koników Ricka.

Nasz zresztą też. Pomysł zwiększania poziomu inteligencji za pomocą nauki i technologii spotykaliśmy dawniej wyłącznie w takich książkach jak *Kwiaty dla Algernona* albo filmach w rodzaju *Planety małp* czy *Piekielnej głębi*, lecz dziś ta wizja staje się rzeczywistością.

PODKRĘCAMY SOBIE MÓZG 1: LEKI NOOTROPOWE

Pamiętacie, jak Morty wpełznął sobie meganasiona głęboko w tyłek, żeby przemieścić je przez intergalaktyczną odprawę celną, po czym pod koniec odcinka osiągnął tymczasowy stan superinteligencji

i, ku wielkiemu zdziwieniu wszystkich (poza Rickiem), potrafił wyrecytować pierwiastek kwadratowy z liczby pi?

Jak wyjaśnił mu zaraz potem Rick, wzrost inteligencji był przejściowym efektem ubocznym kontaktu z meganasionem z co delikatniejszymi tkankami Morty'ego. Inaczej mówiąc, jakaś substancja chemiczna zawarta w meganasionach uczyniła Morty'ego mądrzejszym, choć tylko na krótki czas. Sądzicie pewnie, że to jeden z bardziej naciąganych pomysłów zaserwowanych nam w *Ricku i Mortym*. Tak się jednak składa, że podobną technologią dysponujemy już dziś.

Mianem nootropów określa się leki, suplementy diety i inne substancje, które mają wzmocnić funkcje poznawcze, a konkretnie takie parametry umysłu, jak kreatywność, motywacja i pamięć, które ogólnie nazywamy „funkcjami wykonawczymi”.

Choć część nootropów to specyfiki nieco szemrane – nie tylko z uwagi na pochodzenie, ale też skuteczność i dostępność – inne są oficjalnie przepisywane przez lekarzy, a kilka znajdziecie nawet na półce w osiedlowym sklepie spożywczym. Na przykład miliony ludzi faszerują się dzień w dzień środkiem pobudzającym funkcje poznawcze: kofeiną.

Stymulanty ośrodkowego układu nerwowego, takie jak kofeina, są zdecydowanie najpopularniejszymi środkami pobudzającymi funkcje poznawcze, ale stanowią tylko jedną z wielu odmian leków nootropowych. Z badań wynika, że zażywane w niewielkich dawkach rzeczywiście przynoszą pożądany efekt. Stymulant występuje w roli neuroprzekaźnika, aktywując receptory dopaminowe D1 albo receptory adrenergiczne α_2 w korze przedczołowej, części mózgu odpowiedzialnej za myślenie wyższego rzędu. Stymulując receptory dopaminy, można uruchomić ścieżki odpowiadające za pamięć roboczą i motywację, podczas gdy aktywacja receptorów adrenergicznych może również wspomagać pamięć podręczną oraz funkcje związane z uwagą i koncentracją.

Do stymulantów wykazujących działanie nootropowe należą nie tylko tak „łagodne” środki jak funkcjonujące w powszechnym obiegu kofeina i nikotyna, ale też leki używane w leczeniu ADHD i zaburzeń snu, eugeroiki, jak armodafinil i modafinil (kojarzący się ze środkiem z filmu *Jestem Bogiem*), metylofenidat i różne związki lub pochodne amfetaminy, między innymi Adderall. Przeprowadzono niewiele testów klinicznych nad skutecznością leków nootropowych oraz środków zwiększających funkcje poznawcze i czynności wykonawcze, a to głównie z powodu trudności przekonania lekarzy do tego, że „osłabienie funkcji poznawczych” jest chorobą wymagającą leczenia. Niepotrzebne zaburzenie chemii mózgu nie uchodzi za pożądaną metodę leczenia.

„Wyniki” dotyczące skuteczności leków nootropowych pochodzą głównie z eksperymentów wykonywanych przez biohakerów, czyli osoby próbujące poprawić funkcjonowanie swoich mózgów i organizmów, czyniąc z nich swego rodzaju laboratoria badawcze. Wielu obsesyjnie dokumentuje te doświadczenia i upublicznia wyniki. Choć relacje ze stosowania leków nootropowych wydają się często zbyt piękne, żeby mogły być prawdziwe, należy pamiętać, że żaden z tych środków nie wzbogaca mózgu o nowe informacje ani umiejętności.

Jeżeli na przykład nie wiecie, jak się oblicza pierwiastek kwadratowy, to po zażyciu leku nootropowego nie zyskacie nagle tej umiejętności. Stymulanty pomagają ewentualnie w przyswajaniu informacji, ale nie obdarzą nikogo w magiczny sposób wiedzą ani umiejętnościami. Po prostu pomagają nam lepiej używać tego, co już mamy, wyostrażając świadomość, pogłębiając skupienie, podnosząc motywację, zdolność do zapamiętywania i przypominania sobie informacji, a także stabilizując nastrój.

Choć wiele leków i suplementów ma rzekomo działanie nootropowe, rynek jest pełen niezatwierdzonych składników

i niepotwierdzonych klinicznie wyników testów. Producenci suplementów, takich jak *Ginkgo biloba*, Lion’s Mane, L-teanina i inne, reklamują je jako środki poprawiające funkcje poznawcze, lecz istnieje bardzo mało danych – albo nie ma ich w ogóle – potwierdzających takie działanie. W świecie nootropów często trudno odróżnić prawdziwych badaczy od cwaniaków.

Gdybyście jednak zamierzały spróbować tego w domu, pamiętajcie, że wiele tego rodzaju specyfików powoduje dość paskudne skutki uboczne, podobne do drgawek i ślinotoku, które dotknęły Morty’ego po ustąpieniu efektów bliskiego kontaktu z meganasionami. Kto zmienia chemię mózgu, musi za to zapłacić. Najlepszy przykład: stymulanty. W badaniach klinicznych wykazano, że choć niewielkie dawki przynoszą poprawę funkcji poznawczych, duże mogą je wręcz czasowo zmniejszać albo, w przypadku silniejszych stymulantów, prowadzić użytkownika do uzależnienia, uszkodzeń ciała albo śmierci.

Zawsze warto mieć w pamięci zakończenie *Kwiatów dla Algernona*.

PODKRĘCAMY SOBIE MÓZG 2: LUDZIE + MASZYNY

W odcinku *Wirujące drżenie* Rick nie został wpuszczony na pokład statku lecącego przez tunel czasoprzestrzenny, ponieważ wykryto u niego wiele usprawnień cybernetycznych klasy C albo wyższej. Jeżeli przyjrzyście się monitorowi komputera ochrony, zobaczycie, że urządzenie wykryło coś również w mózgu.

Interfejsy mózg–komputer (*brain–computer interfaces*, BCI) omówimy obszernie w następnym rozdziale, analizując różnego rodzaju protezy – na przykład mechaniczne ręce i nogi, a także

ekrany komunikacyjne – pozwalające uszkodzonym z jakiegoś powodu mózgom łączyć się z różnymi urządzeniami. Mimo że obie dziedziny mają ze sobą trochę wspólnego, w tym rozdziale przyjrzymy się jedynie łączeniu ludzkiego mózgu z komputerem w celu zwiększenia możliwości użytkownika – całkowitej fuzji biologii i technologii.

Ludzkie mózgi są delikatnymi i niekiedy dość porywczymi urządzeniami, narażonymi na pomyłki konstrukcyjne, choroby oraz zaburzenia dekodowania i zapisywania informacji, rozumowania i osądów. Dlaczego nie mielibyśmy sobie pomóc, a przynajmniej pozbyć się części obowiązków w trudnym momencie – kiedy uczestniczymy w teleturnieju albo zdajemy kluczowy egzamin z niezwykle ważnego przedmiotu na studiach?

Idea stworzenia ludzi z (w całości lub częściowo) komputerowymi mózgami to od wielu dekad jeden z głównych wątków fantastyki naukowej, a rzeczywistość zaczyna doganiać fikcję. Obok BCI, potrzebnych do budowy zaawansowanych protez i innych tego rodzaju rozwiązań, przedmiotem wielu badań i eksperymentów są interfejsy neuronowo-komputerowe.

Połączenie elementów biologicznych z technologicznymi zaczyna się od tego, co dla nich wspólne: elektryczności. Przypomnijmy sobie najpierw pokrótce, jak działa nasz układ nerwowy: neurony w mózgu komunikują się za pomocą niewielkich impulsów elektrycznych wytwarzanych przez nierównowagę między jonami potasowymi (K^+), sodowymi (Na^+) i chlorkowymi (Cl^-). Jony K^+ są wybiórczo wpompowywane do komórek nerwowych, a jony Na^+ wypompowywane w stosunku dwa jony K^+ na trzy jony Na^+ , przez co na zewnątrz komórki znajduje się więcej jonów sodowych i chlorkowych, a wewnątrz – potasowych. Odmienne stężenie jonów prowadzi do powstania różnicy napięcia elektrycznego między wnętrzem neuronu a jego otoczeniem; nazywamy ją „potencjałem

spoczynkowym” błony komórkowej. W większości komórek wynosi on około -70 miliwoltów (mV), co oznacza, że ładunek elektryczny zgromadzony we wnętrzu neuronu jest o 70 mV mniejszy od tego, który znajduje się na zewnątrz.

Kiedy komórka nerwowa odbiera bodziec pobudzający ją do aktywności, potencjał spoczynkowy zaczyna się zmieniać. W błonie komórkowej otwierają się specjalne kanały, wpuszczając do środka naładowane dodatnio jony sodu. Prowadzi to do przepływu prądu „depolaryzacyjnego”: wcześniejszy potencjał wysokości -70 mV we wnętrzu komórki zaczyna przybierać coraz bardziej dodatnią wartość i zmierza ku 0 mV. Kiedy ładunek (zwany potencjałem) we wnętrzu komórki osiągnie wartość -55 mV (zwaną potencjałem progowym), wyzwala dalszą depolaryzację (zwaną potencjałem czynnościowym). Ostatecznie ładunek we wnętrzu komórki zwiększa się z -70 mV do $+30$ mV. Wtedy też pęcherzyki presynaptyczne wydzielają zawarte w nich neuroprzebieżniki, które pokonują szczelinę między neuronami (szczelinę synaptyczną) i pobudzają kolejny neuron za pomocą tego samego procesu. Po skoku aktywności komórka nerwowa się resetuje i czeka na kolejny bodziec, który zainicjuje powstanie kolejnego potencjału czynnościowego.

Wszystko, co myślicie, czujecie, smakujecie, odczuwacie dotykem, widzicie albo słyszycie, to tylko seria sygnałów elektrycznych przechodzących między kolejnymi neuronami.

Elektryczną naturę naszego układu nerwowego można łatwo zaobserwować podczas przezskórnej stymulacji nerwów. W tej metodzie terapeutycznej stosuje się impulsy elektryczne o niskim natężeniu, które powodują skurcze mięśni albo blokują przesyłanie impulsów nerwowych z lokalnego ośrodka bólu do mózgu, co pozwala zmniejszyć albo zlikwidować odczuwanie bólu. Również elektrycznej naturze układu nerwowego zawdzięczamy wielką

skuteczność paralizatorów elektrycznych, które w praktyce zaburzają sygnały wysyłane do mięśni szkieletowych, przez co z mózgu i rdzenia kręgowego nie docierają do mięśni żadne spójne komunikaty. W rezultacie człowiek traci zdolność poruszania się.

Pierwsze badania nad funkcjonowaniem implantów neuronalnych przeprowadzili w 2011 roku Theodore Berger z Uniwersytetu Południowej Kalifornii i grupa różnych badaczy pod kierownictwem Sama Deadwylera z Uniwersytetu Wake Forest. Naukowcy umieścili małe chipy w mózgach szczurów, aby zarejestrować zawartość hipokampów, kiedy zwierzęta uczyły się nowego zadania i zapisywały te informacje w pamięci. Następnie za pomocą leku dezaktywowali szczurom część mózgu. Tymczasem podłączono do niego inne urządzenie, które „odtwarzało” wcześniej „nagrane” sygnały. Dzięki implantom mózgi szczurów utworzyły w pamięci długotrwałej wspomnienie wcześniejszego zdarzenia i mogły przez dłuższy czas z niego korzystać. Berger i jego koledzy stwierdzili poprawę funkcji pamięciowych u szczurów i małp.

Badania nad implantami mózgu rozwijają się w kierunku leczenia chorób i zaburzeń mózgu. Wielu badaczy szuka sposobów na wzmocnienie pamięci u osób cierpiących na alzheimera i inne choroby neurodegeneracyjne. W innym, niewielkim badaniu przeprowadzonym na Uniwersytecie Wake Forest naukowcom udało się zarejestrować u ludzi proste wspomnienia jeszcze na etapie ich formowania, a następnie odtworzyć sygnały neuronalne w późniejszym czasie, poprawiając pamięć krótkotrwałą.

Różne zespoły pracują nad innymi wersjami komputerowych „wspomagaczy” ludzkiego mózgu. Jednym z nich jest BrainGate, konsorcjum badaczy z uniwersytetów: Browna, Stanforda oraz Case Western Reserve, a także Massachusetts General Hospital i Providence VA Medical Center. Implanty BrainGate, umieszczone na powierzchni mózgu, przypominają małe, cienkie szczotki do

włosów, w których funkcję kolców pełnią mikroskopijne elektrody zagłębiające się w określone części mózgu. Implant może je stymulować i być przez nie zwrotnie stymulowany.

Mimo to trochę nam jeszcze brakuje do opracowania koncepcji implantu wypełnionego ogromnymi ilościami danych, na przykład całą zawartością Wikipedii. Inteligencja, podobnie jak pamięć, powstaje dzięki uporządkowanej współpracy wielu różnych części mózgu. Dzięki implantowi informacja znajdowałaby się „w” mózgu i była dla niego dostępna, ale jej interpretacja albo stosowanie w kontekście pozostałej wiedzy to jednak coś innego niż proste sięganie pamięcią po kilka faktów. Prawdziwe rozumienie informacji rodzi się z namysłu, refleksji i dopasowania jej do uprzednio zgromadzonych danych.

Dzięki informacji umieszczonej w implancie osoba A może pomyśleć o danej rzeczy, ale osobie B może przyjść do głowy zupełnie inne skojarzenie wynikające z odmiennych doświadczeń, uprzedzeń i kontekstu. To trochę tak, jakbyście próbowali udawać nauczyciela, powtarzając informacje przeczytane w Wikipedii: nawet jeśli wasz wykład brzmiałby wiarygodnie, nie stałoby za nim głębsze rozumienie tematu. Sprawdzić mogłoby się coś innego: odtworzenie komuś nagrania z mózgu osoby, która wykorzystała konkretną informację do wykonania jakiegoś działania. Być może pozwoliłoby to na przeniesienie również jakiejś części kontekstu i zastosowania wiedzy, ale nawet w tym wypadku napotkalibyśmy szereg problemów. Gdybyśmy na przykład próbowali przenieść znajomość kung-fu z mistrza na ucznia, co by się stało, gdyby ciało tego drugiego nie dorównywało pod względem fizycznym ciału nauczyciela? Albo coś prostszego: co, gdyby ekspert był prawo-, a adept leworęczny?