

rozprzestrzenia się w przyszłych pokoleniach genów robotnicy lepiej jest wydać samcze potomstwo, co nie jest funkcjonalnie opłacalne przy obecności królowej. W tym ostatnim przypadku lepiej zdać się na jej reprodukcję.

Czy można mówić o celu ewolucji drogą naturalnej selekcji?

Wszystko zależy od tego, jak zdefiniujemy celowość. Jeśli przyjmiemy, że celowość wymaga świadomego działania do uzyskania określonego efektu, to tak zdefiniowanej celowości w procesie ewolucji nie ma, występuje ona jedynie w selekcji sztucznej prowadzonej przez człowieka, celem doskonalenia cech roślin i zwierząt w kierunkach korzystnych dla ludzi, na przykład celem wzrostu mleczności krów. W wolnej przyrodzie ewolucja biologiczna do niczego nie dąży i żadnego przyszłego celu nie ma.

Można jednak rozpatrywać celowość powstałą w wyniku naturalnej selekcji bez udziału świadomości. Można na przykład zastanawiać się, co jest celem dobowych pionowych wędrówek planktonu w jeziorach, tak aby w ciągu dnia przebywać głęboko w ciemności, a w nocy być blisko powierzchni wody. Obecnie wiemy już, że tym celem nie jest unikanie nadmiernego światła lub zbyt wysokiej temperatury wody, ale unikanie ryb, które żerują na planktonie posługując się wzrokiem i dlatego nie potrafią żerować głęboko w ciemnościach. W tym przypadku cel został osiągnięty bez udziału świadomości; drobne skorupiaki będące składowymi planktonu albo mają zapisane w swym genomie aby w dzień migrować w głąb jeziora, a w nocy wracać blisko powierzchni, albo takiego zapisu nie mają. Te pierwsze mogą przeżyć i pozostawić potomstwo, te

drugie prędzej czy później zostają z populacji wyeliminowane. Nie ma w tym żadnej świadomości, a jedynie selekcja zmienności, tak aby pozostawić w populacji tylko osobniki lepiej przeżywające i dające więcej swych potomków przyszłym pokoleniom. Można zatem powiedzieć, że celem pionowych migracji jest unikanie drapieżnictwa ryb, a ponieważ takie stwierdzenie sugeruje działalność świadomą, można powiedzieć, że funkcją tych migracji jest unikanie tego drapieżnictwa.

Z różnic między populacjami bakterii badanej przez Lensky'ego po 50 tysiącach pokoleń stwierdzić można, że dokładna ewolucja pojedynczej nawet bardzo dużej populacji nie jest w pełni przewidywalna, natomiast przewidywalne jest to, że ewolucja drogą naturalnej selekcji prowadzi do maksymalizacji udziału swego materiału genetycznego, czyli maksymalizacji liczby swych potomków w przyszłych pokoleniach. Tylko te organizmy, których cechy taką maksymalizację zapewniają, mogą istnieć w przyrodzie, inne są eliminowane przez selekcję. Gdy taka maksymalizacja nie jest oczywista stawia to poważne zadanie dla biologii ewolucyjnej, aby wyjaśnić jakie mechanizmy doprowadziły do zjawisk, które wydają się być w sprzeczności z teorią naturalnej selekcji. Takimi poważnymi zadaniami był do niedawna altruizm biologiczny, ograniczona agresja, rozród płciowy lub tak drobna sprawa, że owady giną w świetle świec, a ptaki rozbijają się o latarnie morskie.

Z wieloma z tych poważnych zadań biologia ewolucyjna poradziła sobie i dlatego Darwinowska teoria naturalnej selekcji stała się ważną teorią dotyczącą wszystkich organizmów, która nie tylko tłumaczy zjawiska biologiczne, ale je przewiduje, a istnienia pewnych zjawisk nawet zabrania.

Prof. dr hab. Adam Łomnicki jest emerytowanym profesorem zwyczajnym Instytutu Nauk o Środowisku UJ. E-mail: adam.lomnicki@uj.edu.pl

KSENOTRANSPLANTACJA – SZANSA CZY ZAGROŻENIE?

Patrycja Badura (Kraków)

Wraz z rozwojem cywilizacji doszło do rozwoju chorób o zasięgu globalnym, które dotyczą ludzi pochodzących głównie z krajów średnio i wysoko zurbanizowanych. Ceną za życie w rozwiniętym państwie jest wzrastająca liczba zachorowań na choroby zwane cywilizacyjnymi, np.: choroby układu oddechowego, choroby sercowo-naczyniowe (choroba wieńcowa, zawał serca, miażdżyca), otyłość, cukrzyca, choroby przewodu pokarmowego, nowotwory

i inne. Za główną przyczynę odpowiedzialny jest styl życia, który charakteryzuje mała aktywność fizyczna, nieprawidłowe odżywianie, palenie tytoniu, przewlekły stres oraz rosnące zanieczyszczenie środowiska. Skala problemu jest tak duża, że badacze nieustannie szukają nowych metod leczenia. Od połowy XX wieku chirurdzy z powodzeniem wykorzystują narzędzie, jakim jest transplantacja, czyli przeszczepianie chorym zdrowych organów pochodzących od

zmarłych (np. serce, wątroba, płuca) lub żywych ludzi (nerki). Metoda ta posiada jednak jedno bardzo poważne ograniczenie, którym jest rokrocznie zmniejszająca się liczba dawców narządów przy równoczesnym wzroście osób potrzebujących przeszczepu.

Z powodu ograniczonej liczby dawców uczeni szukają innych metod pozyskiwania narządów. Jedną z nich jest ksenotransplantacja. Pojęcie to pochodzi od greckiego słowa *xenos*, które oznacza „obcy”. Ksenotransplantacją nazywamy zabieg, który obejmuje przeszczep do organizmu biorcy, jakim jest człowiek, żywych komórek, tkanek lub narządów pochodzących od innych gatunków. Oznacza to, że ksenoprzeszczepami są przeszczepy np. bydłęcych komórek trzustki lub szpiku kostnego pochodzącego od pawiana.



Ryc. 1. Obraz przedstawiający św. Kosmę i Damiana dokonujących transplantacji nogi. Źródło: Wikipedia.

Transplantacja nie jest dziedziną powstałą w ciągu kilku ostatnich lat ani nawet stuleci, nie narodziła się wraz z intensywnym rozwojem nauk biomedycznych w wieku XIX, ale stała się przedmiotem zainteresowania ludzi już na samym początku naszej ery. Święci bracia bliźniacy Kosma i Damian w III wieku

przywrócili do zdrowia kustosza rzymskiej bazyliki poprzez transplantację dolnej kończyny kończyną zmarłego czarnoskórego gladiatora (Ryc. 1). Idea wykonywania przeszczepów odzwierzęcych także nie narodziła się w umysłach współczesnych badaczy. Pierwszej ksenotransplantacji dokonano w Iranie w 1501 r., gdzie człowiekowi ubytek w pokrywie kostnej czaszki wypełniono fragmentem kości pochodzącej od psa. Zabieg przywrócił pacjenta do całkowitego zdrowia. W Polsce w 1992 roku Zbigniew Religa (Ryc. 2) wraz z zespołem opublikował pracę, w której opisał przypadek przeszczepienia serca świni pacjentowi cierpiącemu na zespół Marfana, chorobę genetyczną tkanki łącznej charakteryzującą się m. in. wadami układu sercowo-naczyniowego. Przeszczep został jednak odrzucony.



Ryc. 2. Zbigniew Religa (1938 r. – 2009 r.) polski kardiochirurg, w 1985 r. dokonał pierwszej w Polsce transplantacji serca, a w 1992 r. pierwszej w Polsce ksenotransplantacji serca. Źródło: Wikipedia.

Barierami pomyślnego stosowania zabiegu ksenotransplantacji są ograniczenia dotyczące bariery immunologicznej, która stanowi obecnie najistotniejszy problem, odmiennych funkcji fizjologicznych ludzkiego biorcy i zwierzęcego dawcy, ryzyka zakażenia chorobami odzwierzęcymi oraz problemów etycznych.

Z powodu wysokiego ryzyka odrzucenia odzwierzęcego przeszczepu badacze początkowo zdecydowali się wybrać małpy naczelne jako model do ksenotransplantacji. Szympany (Ryc. 3) są zwierzętami bar-



Ryc. 3. Szympany (*Pan troglodytes*) początkowo był brany pod uwagę jako doskonały dawca narządów dla ludzi. Źródło: Wikipedia.

dzo blisko spokrewnionymi z człowiekiem, a także ich organy są anatomicznie i funkcjonalnie podobne do ludzkich. Ostatecznie jednak małpy naczelne wykluczono z badań głównie z tego powodu, że ze względu na bliskie pokrewieństwo istniało niebagatelne ryzyko transferu na ludzi wszelkich chorób odzwierzęcych (zoonoz), przede wszystkim małych wirusowych chorób zakaźnych. Obawy te nie są bezpodstawne, ponieważ wirus HIV to przeniesiony na ludzi i zmutowany małpi wirus upośledzenia odporności (SIV). Od małp pochodzą także wirusy Ebola i Marburg, wywołujące gorączkę krwotoczną. Ponadto narządy naczelnych są niewielkich rozmiarów (mogłyby być przeszczepiane wyłącznie dzieciom), hodowla małp jest skomplikowana i kosztowna, małpy późno osiągają dojrzałość płciową oraz rodzą zazwyczaj tylko jednego potomka po dość długim okresie ciąży, co uczyniłoby proces ksenotransplantacji bardzo drogim, a co za tym idzie dostępnym tylko dla najbogatszych.

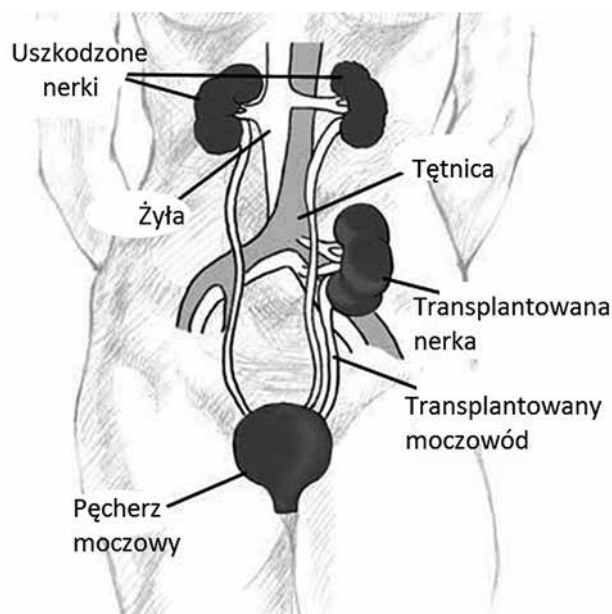
Doskonałym kandydatem na dawcę narządów okazała się być świnia domowa (*Sus scrofa f. domestica*) (Ryc. 4). Pokrewieństwo między świnia domową a człowiekiem jest wyższe niż u innych zwierząt, lecz nie na tyle wysokie, by stanowiło tak poważne zagrożenie transferu zoonoz, jakie istnieje w przypadku małp naczelnych. Za wyborem świni domowej na potencjalnego dawcę organów do ksenotransplantacji przemawia wiele faktów: świnia jest gatunkiem o wysokiej płodności, tanim i łatwym w hodowli, co więcej zwierzęta te rosną bardzo szybko, a ich narządy wewnętrzne w krótkim czasie osiągają pełną

wydolność fizjologiczną i wielkość stosowną do potrzeb ksenotransplantacji. Osobniki tego gatunku mają zbliżony do ludzkiej przepływ krwi przez nerki i wydolność filtracji kłębuszkowej, podobne jest tak-



Ryc. 4. Świnia domowa (*Sus scrofa f. domestica*), aktualnie najlepszy dawca narządów do ksenotransplantacji. Źródło: Wikipedia.

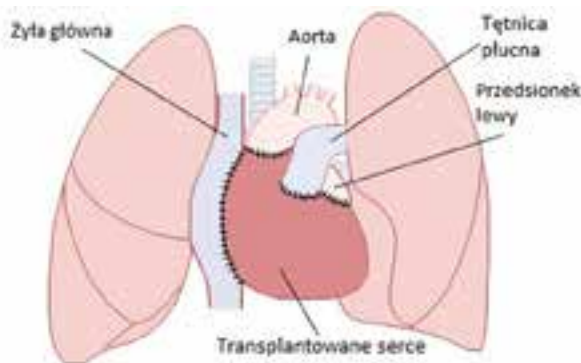
że ciśnienie tętnicze i rzut minutowy serca. Również histologicznie narządy świni (np. wątroba i serce) zbliżone są budową do ludzkich. Z tych powodów świnia domowa wydaje się być znakomitym dawcą organów dla ludzi, jednak jej dalekie pokrewieństwo wywołuje ogromne problemy immunologiczne, co zwiększa ryzyko odrzucenia zwierzęcego przeszczepu (ksenograftu). Schematy przedstawiające zasady transplantacji nerki i serca przedstawiają ryciny 5 i 6.



Ryc. 5. Schemat transplantacji nerki. Uszkodzone nerki nie są usuwane z ciała biorecy. Źródło: Wikipedia.

W celu zapobiegnięcia odrzuceniu ksenograftu postanowiono wykorzystać inżynierię genetyczną. Strategie, jakie zastosowali profesorowie z Państwowego Instytutu Badawczego w Krakowie-Balicach, Smorąg, Słomski i Modliński, dotyczyły wyhodowania

transgenicznych świń, których komórki nie zostałyby rozpoznane przez organizm ludzki jako obce. Wykorzystanie transgenezy dla potrzeb ksenotransplantacji jest nieodzownym warunkiem powodzenia zabiegu. Jedynie organy transgenicznych zwierząt mają szansę prawidłowo funkcjonować w ludzkim organizmie i nie zostać rozpoznane i odrzucone na drodze reakcji immunologicznej.



Ryc. 6. Schemat ilustrujący umieszczenie przeszczepionego serca w klatce piersiowej biorcy. Lewy przedsionek i duże naczynia klatki piersiowej pozostają nienaruszone. Źródło: Wikipedia.

Zagrożenia związane z ksenotransplantacją

Ksenotransplantacje są nadzieją na przedłużenie życia ludzi, których walka z chorobą bez przeszczepu organu zakończy się śmiercią. Niemniej jednak zmuszają również do refleksji natury etyczno-moralnej. Korzyści jakie niesie za sobą stosowanie tego zabiegu nie podlegają dyskusji. Można wśród nich wyróżnić: znaczne zwiększenie liczby dostępnych organów do przeszczepów, skrócenie czasu oczekiwania na transplantację, możliwość zaplanowania operacji na czas najkorzystniejszy dla pacjenta, możliwość dokładniejszego testowania organów przed zabiegiem, zmniejszenie ryzyka transmisji ludzkich patogenów, zmniejszenie lub wyeliminowanie handlu ludzkimi narządami. Jednakże nie da się pominąć zagrożeń związanych ze stosowaniem tej procedury. Zabiegi ksenotransplantacji niosą poważne ryzyko, nie tylko to dotyczące odrzucenia, ale również ryzyko transmisji infekcji. Pacjentom przed zabiegiem podaje się leki obniżające odporność w celu zmniejszenia prawdopodobieństwa odrzucenia organu, co jednocześnie zwiększa podatność organizmu na inne zakażenia. W genomie świni domowej występuje świński endogeny retrovirus (PERV) wbudowany na stałe w formie prowirusa. Co więcej, udowodniono, że może on zarażać *in vitro* również ludzkie komórki. U świń nie wywołuje on żadnych powikłań, jednak w organizmie człowieka mogłoby dojść do uaktywnienia wirusa i rozwoju choroby, być może świńskiego

odpowiednika AIDS. Dlatego istnieje ryzyko zarażenia nie tylko biorcy, ale również ludzi pozostających z nim w kontakcie.

Aspekty etyczne

Jak już powiedziano, z wykorzystaniem zwierząt jako dawców narządów do przeszczepów dla ludzi nierozdzielnie związany jest zabieg transgenezy. Manipulacje genetyczne same w sobie są procedurą budzącą wiele kontrowersji natury etyczno-moralnej. Hodowla transgenicznych zwierząt jest ingerencją w tożsamość genetyczną gatunkowych linii ewolucyjnych, co jest bezpośrednim zagrożeniem również dla gatunku ludzkiego. Nie można jednak z tych badań rezygnować ani ich zakazywać ze względu na osiągnięte już efekty terapeutyczne oraz korzyści przewidziane w przyszłości, takie jak np. skuteczne leczenie dzisiaj nieuleczalnych chorób, wśród których wymienia się cukrzycę, hemofilię, a nawet chorobę Parkinsona czy Alzheimer. Niektórzy przeciwnicy hodowania transgenicznych zwierząt zarzucają badaczom odgrywanie roli Boga. Równie dobrze łamaniem „porządku bożego” można by nazwać wiele innych praktyk uznawanych powszechnie za etyczne, jak np. przeszczepy narządów między ludźmi, hodowlę zwierząt czy rolnictwo. Przeciwnicy tworzenia zwierząt ze zmienionym materiałem genetycznym powołują się na ogromne koszty tej procedury, przez co ksenotransplantacje byłyby dostępne jedynie dla najbogatszych. Argument ten nie wydaje się być przesadzony, ponieważ gigantyczne koszty generuje bardzo niska wydajność tego zabiegu. Badania Państwowego Instytutu Badawczego w Krakowie-Balicach koordynowane przez prof. Smorąga potwierdzają to jednoznacznie. W 2005 roku z potencjalnej liczby transgenicznych zwierząt wynoszącej 1870 osobników uzyskano tylko jednego knura z wbudowanym pożądanym genem, zatem efektywność zabiegu wynosiła zaledwie 0,05%. Dalsze badania prowadzone przez profesora nie rokują poprawy efektywności tej procedury.

Według niektórych etyków nigdy nie jest moralnie uzasadnione hodowanie zwierząt tylko i wyłącznie w celu pozyskania ich narządów jako „części zamiennych”, nawet jeśli może to prowadzić do znacznej ludzkiej korzyści. Czy zwierzęta mają prawa jest jednak przedmiotem sporu. Niektórzy etycy twierdzą, że tylko jednostki, które są świadome i odpowiedzialne za swoje działania mogą mieć prawa, a zgodnie z tym poglądem nie ma sensu mówić o prawach zwierząt. Podążając w myśl tej tezy, praw nie powinni mieć ludzie niepełnosprawni umysłowo czy noworodki.

Argument ten nie ma na celu obniżenia statusu żadnej grupy ludzi, ale raczej przemawia za podniesieniem statusu zwierząt. Podkreśla, że wykorzystanie ludzi o obniżonej świadomości do doświadczeń naukowych jest nieetyczne, więc tym samym złe jest prowadzenie podobnych działań na zwierzętach o zbliżonym poziomie samoświadomości i zdolności do cierpienia. Według tego poglądu wszystkie jednostki, które są zdolne do subiektywnego odczuwania bólu i przyjemności, mają takie same prawa jak ludzie. Jeśli wszystkie obawy związane z eksperymentami na zwierzętach mają być rozwiane wraz z odpowiedzią na pytanie czy zwierzęta mają świadomość, to odpowiedzi tej dostarcza Donald Griffin w książce pt.: *Umysły zwierząt*. Podaje on szereg argumentów przemawiających za tym, że zwierzęta są istotami świadomymi. Komunikacja zwierząt wyraża świadome myśli i odczucia, zwierzęta posiadają pamięć deklaratywną, która warunkuje zdolność uczenia się, lecz najważniejszy argument stanowi umiejętność przystosowania własnych zachowań do nowych sytuacji, którą warunkuje właśnie świadome myślenie. Niemożliwe bowiem jest istnienie kombinacji genetycznych instrukcji ze wszystkimi możliwościami działania, które byłyby adekwatne do każdej sytuacji, w której może znaleźć się zwierzę.

Niektórzy zwolennicy wykorzystania zwierząt do ksenotransplantacji uważają, że zwierzęta nie mają praw, ponieważ prawa mogą być przypisane tylko członkom moralnej wspólnoty i tylko ludzie należą do takich społeczności. Jedynie ludzie mają moralne zobowiązania oraz odpowiednie prawa. Zwierzęta nie mają zobowiązań, w związku z czym nie mają praw. Inne stanowisko obierają osoby powołujące się na kwestię obowiązku. Twierdzą oni, że mamy moralne zobowiązania wobec zwierząt, jako stworzeń zdolnych do odczuwania, mimo iż nie mają one praw. Powodem obrania tej postawy jest to, że zwierzęta mogą cierpieć i odczuwać ból, zatem mogą zostać (celowo bądź nie) skrzywdzone.

Wielu badaczy postrzega ksenotransplantację jako rozszerzenie już istniejących działań, jakimi są przeszczepy świńskich zastawek serca. Według tej opinii ludzka korzyść jest traktowana priorytetowo. Co więcej, jeśli powszechnie akceptowane jest wykorzystanie zwierząt jako pożywienie, bez wątpienia powinno być dopuszczalne zabijanie ich w celu leczenia śmiertelnych ludzkich chorób. Pogląd ten jest całkowicie antropocentryczny. Polemiści kontrargumentują, że ksenotransplantacja, w przeciwieństwie do praktyki spożywania zwierząt, nie ma swojej paraleli w przyrodzie. Uważają oni, że hodowanie i manipulowanie zwierzęcymi genami dla otrzymywania

„części zamiennych” nie może zostać zaakceptowane. Ponadto stosowanie do transplantacji żywego zwierzęcego serca jest czymś zupełnie różnym od używania obojętnych tkanek zastawek serca. Należy zwrócić również uwagę na fakt, że przeszczepy w obrębie gatunku ludzkiego odbywają się od już nieżyjących dawców, zaś przy ksenoprzeszczepach dochodzi do zabicia żyjącego zwierzęcia w celu pobrania organu. Należy również w tym miejscu zastanowić się nad wytyczeniem ostatecznej granicy ciągłego zastępowania ludzkich narządów, co miałyby nas uczynić nieśmiertelnymi. Utylityści mogliby przyzwolić na cierpienie zwierząt, jeśli miałyby ono pomóc ludziom w osiągnięciu pewnych korzyści. Dla deontologów zaś uznanie wszelkich czynności za moralne może być dokonane wyłącznie na podstawie konsekwencji, które za sobą niosą. W tym przypadku konsekwencją jest krzywda zwierząt, dlatego ksenotransplantacja według tego poglądu jest złem.

Niektórzy badacze opowiadają się za podstawową wartością nauki, jaką jest wolność. Ten pogląd polega na odrzuceniu przez naukowca wszystkich wartości w trakcie prowadzenia eksperymentu. Zgodnie z tym modelem badacz może obejść się bez osądów natury etycznej z zakresu dobrostanu zwierząt wykorzystanych do badań. Podobne podejście prezentują Laureaci Międzynarodowej Akademii Humanizmu, którzy nie dostrzegają dylematów moralnych w kwestiach inżynierii genetycznej, klonowania czy transplantacji heterogenicznych, przypominając jednocześnie o niezawisłości badań naukowych. Podkreślają słuszność ustalania odpowiednich zabezpieczeń prawnych przed nadużyciami, niemniej jednak skupiają się na szerokim spektrum korzyści płynących z naukowych eksperymentów.

Powyższe rozważania etyczne dotyczyły w dużej mierze wykorzystania zwierząt jako dawców narządów dla ludzi, jednak na tym problem się nie kończy, do tych rozważań należy dodać kwestie odnoszące się do ludzi jako biorców zwierzęcych organów. Przewidywanie następstw ksenotransplantacji obarczone jest dużą dozą niepewności. Niebezpieczeństwo przeniesienia na człowieka chorób odzwierzęcych ma nie tylko medyczny, ale również etyczny wymiar. Aspekt etyczny zagrożenia zoonozami nie ogranicza się wyłącznie do narażenia chorego na niebezpieczeństwo, ponieważ prezentowana sytuacja dotyczy zagrożenia życia, w której ksenotransplantacja daje szansę jego zachowania, a jej niedokonanie nieuchronnie doprowadzi do śmierci, lecz ma charakter wieloaspektowy. Otóż etycznym standardem dzisiejszej medycyny jest zasada świadomej zgody. Wymagania nakazują przekazanie pacjentowi wszelkich informacji

pozwalających na ocenę jego stanu i ryzyka proponowanego zabiegu. Dopiero po uzyskaniu tych informacji chory może podjąć decyzję o tym czy chce być leczony. W przypadku ksenotransplantacji niemożliwe jest udzielenie świadomej zgody, ponieważ badania nad tą procedurą nie wyszły poza ramy eksperymentów medycznych, a pacjenci po tych zabiegach żyli bardzo krótko i pozostawali w krytycznym stanie, przez co nie ma na ten temat żadnych rzetelnych danych. Co więcej, obecnie nikt nie jest w stanie oszacować stopnia ryzyka transferu na ludzi chorób odzwierzęcych. Pacjenci po przeszczepie organów ludzkiego pochodzenia są zobligowani do przestrzegania reżimu pooperacyjnego. Oznacza to konieczność zmiany stylu życia, wprowadzenia lekkostrawnej diety ubogiej w tłuszcze, a bogatej w witaminy, regularnej aktywności fizycznej oraz unikania używek. Konieczne są systematyczne kontrole lekarskie i stałe zażywanie leków oraz ciągła ochrona przed infekcjami, z którą wiąże się konieczność unikania ludzkich skupisk, szczególnie w okresie sprzyjającym infekcjom, co oznacza izolację od chorych domowników i członków rodziny, a także rezygnację z wielu atrakcji towarzyskich. W przypadku transplantacji ksenogenicznych pacjenci będą musieli poddać się ograniczeniom nieporównywalnie większym niż wyżej wymienione. Będą to np.: intensywny monitoring, długi okres odosobnienia, a po zakończeniu kwarantanny będzie podlegał obserwacji nie tylko pacjent, ale wszyscy ludzie, z którymi będzie pozostawał w kontakcie. Oprócz tego przez dłuższy czas pacjent nie będzie mógł podejmować współżycia seksualnego. Zostanie osłabiony wymóg zachowania tajemnicy lekarskiej, a pośmiertne sekcje będą obowiązkowe. Nie trudno zauważyć, że w przypadku ksenotransplantacji nie można mówić o obowiązywaniu zasady świadomej zgody. Będzie trzeba ją zastąpić pewnego rodzaju kontraktem, na mocy którego pacjent zobowiąże się poddać określonym procedurom medycznym, z którymi związane są rygorystyczne ograniczenia godzące w jego prawo do wolności. Nie będzie również możliwości wycofania się, jak ma to miejsce w innych eksperymentach medycznych, ponieważ człowiek ze zwierzęcym organem może być zagrożeniem dla innych ludzi w przypadku, gdy dojdzie u niego do zarażenia jakąś odzwierzęcą chorobą.

Problem, na ile jesteśmy usprawiedliwieni etycznie aby poddać pacjenta ryzyku związanemu z przeszczepem zwierzęcego narządu, okazał się być problemem o znacznie szerszej skali: na ile jesteśmy uprawnieni etycznie do poddania trudnemu do oszacowania ryzyku także innych ludzi, gdy nie jesteśmy w stanie nawet określić liczebności grupy objętej tym

ryzykiem. Nie jest to jedynie dylemat natury etyczno-moralnej, ale również kwestia wprowadzenia regulacji prawnych, których nie można dokonać z powodu niejasności co do skali ryzyka. Nie można zapominać także o tym, że pacjent otrzymawszy możliwość przeżycia, poniesie ogromne koszty psychiczne. Są osoby, które uznają prawo pacjenta w sytuacji krańcowej do sięgania po krańcowe środki, jednak i oni dostrzegają pewną dwuznaczność moralną lekarza wobec pacjenta. Jonathan Hughes, etyk z Uniwersytetu Keele w Wielkiej Brytanii, wyraża zaniepokojenie słowami: „Niebezpieczeństwo polega na tym, iż w imię korzyści przyszłych pacjentów zachęcać się będzie obecnych pacjentów do zaakceptowania ryzyka większego, niż byliby oni skłonni zaakceptować ze względu na własną korzyść”. Z drugiej jednak strony zakaz podejmowania ryzyka byłby równie wątpliwy etycznie jak namowa do odstąpienia od dalszego leczenia i biernego oczekiwania na śmierć.

Jeszcze innym etycznym aspektem ksenotransplantacji jest obawa ludzi o pomniejszenie swojego człowieczeństwa. Przyjęcie do swojego organizmu zwierzęcego organu dla wielu byłoby zatarciem pewnej granicy i upodobnieniem do zwierząt. Obawy tej materii pojawiły się już wtedy, gdy wynaleziono pierwszą szczepionkę. W 1796 roku lekarz Edward Jenner wytworzył z osocza krów chorych na ospę szczepionkę przeciwko ospie ludzkiej. Jego praktyki spotkały się ze zdecydowanym sprzeciwem społeczeństwa, a także innych lekarzy. Wielki filozof Immanuel Kant również był przeciwnikiem wykorzystania substancji pochodzenia zwierzęcego do leczenia ludzi. Obawiał się udzielenia się człowiekowi skłonności do brutalności i agresji, swoistego „zbydłecenia” człowieka. Skrajnie odmienną postawę przyjmuje Hughes twierdząc, że: „(...) charakter irracjonalny ma zarówno uznanie, że przyjęcie organu zwierzęcego jest jakimś rozcieńczaniem człowieczeństwa biorcy, jak też, że jest czymś jakościowo różnym od posłużenia się organami ludzkimi, protezami czy innymi sposobami modyfikowania ludzkiego ciała”. Co więcej, ksiądz profesor Józef Tischner poucza, by nie porównywać metaforyki „serca” do serca w rozumieniu anatomicznym, podkreślając jednocześnie, że życie jest najwyższą wartością, a jego ratowanie równa się ratowaniu ludzkiej godności: „Jedynym problemem związanym istotnie ze sprawą przeszczepu jest okoliczność, że przeszczep przekracza dziedzinę gatunku: serce zwierzęcia (świni) zostaje przekazane człowiekowi. Gdyby (...) ktoś miał tego rodzaju zastrzeżenia do propozycji przeszczepu, trzeba by powiedzieć, że ratowanie życia człowieka jest o wiele bardziej właściwym sposobem ratowania godności ludzkiej niż bierne

przyglądanie się śmierci. Po wtóre – i to wydaje się najważniejsze – trzeba podkreślić, że organ nie pochodzący od człowieka podlega w wyniku przeszczepu procesowi humanizacji a nawet indywidualizacji. Organizm, który przyjmuje organ, „przyswaja” go sobie i to nie tylko do tego stopnia, że czyni go ludzkim w ogóle, lecz że czyni go ludzkim konkretnie, organem tego oto konkretnego człowieka”.

Ksenotransplantacja a prawo

Szereg wątpliwości wiążących się z zagadnieniami dotyczącymi transplantacji heterogenicznych doprowadził do konieczności wprowadzenia stosownych uregulowań prawnych. Artykuł 20. Ustawy o pobieraniu, przechowywaniu i przeszczepianiu komórek, tkanek i narządów z 2005 roku dopuszcza przeszczepianie ludziom komórek, tkanek i narządów pochodzących od zwierząt w celach leczniczych. Procedury

ksenotransplantacji są regulowane przez artykuły 21–29 Ustawy o zawodzie lekarza i lekarza dentystry z 1996 roku. Oznacza to, że ksenotransplantacja jest w Polsce legalna.

Ciągle nie ma jednoznacznej odpowiedzi na pytanie: czy powinniśmy myśleć przede wszystkim pod kątem dobrostanu zwierząt, czy też mamy zmierzać do ograniczenia ludzkiego cierpienia? Obaw i wątpliwości dotyczących ksenotransplantacji jest bardzo wiele i dlatego dyskusje nad etycznością tych działań będą i powinny być nieustannie prowadzone. Pewne jest jednak to, że jeśli przeszczepy odzwierzęce okażą się skuteczną metodą ratowania ludzkiego życia, to zostanie zaakceptowane i usprawiedliwione nie tylko użycie do tego celu zwierząt, ale również moralny stan człowieka żyjącego ze zwierzęcym narządem i żadne wątpliwości natury etycznej nie zahamują tego procesu.

Mgr Patrycja Badura jest doktorantką w Zakładzie Anatomii Porównawczej Instytutu Zoologii Uniwersytetu Jagiellońskiego. E-mail: patrycja.badura90@gmail.com

MONITORING NIE TYLKO W AGENCJI OCHRONY

Łukasz J. Binkowski, Paweł Dudzik, Agnieszka Huget, Katarzyna Sawicka-Kapusta (Kraków)

Jednym z najbardziej aktualnych i wciąż rosnących problemów w ochronie środowiska i przyrody jest sprawne monitorowanie obecności zanieczyszczeń oraz ocena konsekwencji, jakie niesie ze sobą ich emisja z przemysłu i gospodarki (Ryc. 1). Znanych jest obecnie wiele metod oceny zanieczyszczenia, ale tylko jedna z nich – biomonitoring – wykorzystuje organizmy żywe i w związku z tym tylko ona mierzy rzeczywisty wpływ zanieczyszczeń na biosferę.

Monitoring biologiczny (biomonitoring) jest popularną metodą oceny zanieczyszczenia środowiska, którą stosuje się na całym świecie. Opiera się ona na organizmach żywych, tzw. biowskaźnikach, wśród których najczęściej wyróżniamy wskaźniki (indykatory) i akumulatory. Na podstawie reakcji tych organizmów na potencjalne zanieczyszczenie można wyciągać wnioski na temat stanu danego środowiska. Oczywiście nie wszystkie organizmy nadają się do wykorzystania w biomonitoringu. Cechy charakteryzujące dobre biowskaźniki to przede wszystkim powszechność występowania, stosunkowo wysoka odporność na zanieczyszczenia, a zarazem widoczna i szybka

na nie reakcja. W odróżnieniu od indykatorów, akumulatory to organizmy, które oprócz szerokiego zasięgu i wysokiej odporności na zanieczyszczenia charakteryzują się intensywną akumulacją pewnych substancji (metali, pestycydów i innych związków), a niekoniecznie widoczną na nie odpowiedzią.

Monitoring biologiczny opiera się na bardzo różnych organizmach. Znane są liczne indykatory i akumulatory należące do mchów, grzybów, roślin wyższych, a także zwierząt, zarówno bezkręgowców, jak i kręgowców. Oczywiście wybór gatunków odpowiednich do biomonitoringu konkretnych substancji zależy od ich charakteru. I tak np. w szacowaniu pozostałości pestycydów w środowisku najczęściej bada się ich stężenia w tłuszczu zwierząt (bo to w nim się głównie akumulują), a gdy interesuje nas skażenie powietrza dwutlenkiem siarki (SO₂), to będziemy badać kumulację siarki w plechach porostów (efektywnych akumulatorów tego pierwiastka) lub skład gatunków porostów na danym terenie (wg tzw. skali porostowej¹, czyli systemu opartego na porostach jako biowskaźnikach (indykatorach), a nie

¹ Skala porostowa – system oceny zanieczyszczenia powietrza SO₂ bazujący na obserwacji typu plech porostów występujących na pniach drzew w danym terenie. Opracowana przez Hawkswortha i Rosa w 1970, przystosowana do warunków Polski przez prof. Józefa Kiszkę w 1990 r.