

PAULINA WILHELMINA CHEŁMOWSKA

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

## PRZESZCZEP KSENOGENICZNY JAKO ALTERNATYWA DLA TRANSPLANTACJI NARZĄDÓW, TKANEK I KOMÓREK POCHODZENIA LUDZKIEGO

### 1. WPROWADZENIE

Terapia transplantacyjna uznawana jest powszechnie za jedną z najbardziej skutecznych metod leczenia schyłkowej niewydolności narządów. Współcześnie, dzięki rozwojowi nowoczesnych technik, jesteśmy w stanie przeszczepić praktycznie każdy narząd, tkankę czy komórkę. Głównym problemem, z którym zмага się obecnie medycyna, jest jednak chroniczny niedobór materiału transplantacyjnego. Ilość dostępnych narządów, tkanek i komórek, które można by przeszczepić, jest bowiem ograniczona. Jako że zapotrzebowanie na przeszczep, zwłaszcza w krajach wysokorozwiniętych, nieustannie przewyższa podaż, potrzeba odnalezienia alternatywnego w stosunku do ludzkiego źródła materiału transplantacyjnego staje się coraz bardziej nagląca. Remedium na stale zwiększający się niedobór transplantatów może być jednak ksenotransplantacja.

Ksenotransplantacja (inaczej przeszczep obcopolodny, przeszczep ksenogeniczny, przeszczep międzygatunkowy czy heterotransplantacja) jako procedura, która obejmuje przeszczepienie, implantację lub infuzję narządów, tkanek lub komórek pochodzenia odzwierzęcego, wciąż

budzi wiele wątpliwości, natury nie tylko medycznej, lecz nierzadko także etycznej, psychologicznej, socjologicznej, kulturowej i prawnej<sup>1</sup>. Intensyfikacja badań w zakresie przeszczepień odzwierzęcych, jak również perspektywa ich powszechnego zastosowania zmuszają jednak do poddania pod rozważę wszystkich wad i zalet tego typu terapii i rozstrzygnięcia pojawiających się w praktyce dylematów.

## 2. KSENOTRANSPLANTACJA – ASPEKTY PRAWNE

Choć badania w zakresie przeszczepień międzygatunkowych prowadzono dotychczas w kilkudziesięciu państwach (m.in. w Stanach Zjednoczonych, Meksyku, Nowej Zelandii, Szwecji, Niemczech, we Włoszech, na Ukrainie, w Rosji i Chinach)<sup>2</sup>, w żadnym transplatacja narządów odzwierzęcych nie stała się rutynową metodą leczenia. Jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy może być brak powszechnie obowiązujących, prawnie wiążących reguł postępowania, które choć w minimalnym zakresie zabezpieczyłyby interesy pacjentów biorących udział w procedurze i gwarantowałyby ochronę zdrowia publicznego.

Forum dla podmiotów szczególnie zaangażowanych w badania nad heterotransplantacją stanowi powołane w 1998 r. Międzynarodowe Stowarzyszenie Ksenotransplantacyjne (ang. The International Xenotransplantation Association), którego misją jest promowanie transplantacji międzygatunkowej jako bezpiecznej, etycznej i skutecznej metody terapeutycznej<sup>3</sup>. W wyniku działalności stowarzyszenia powstało wiele

---

<sup>1</sup> Council of Europe Committee of Ministers, Preamble of Recommendation Rec(2003)10 of the Committee of Ministers to member states on xenotransplantation adopted by the Committee of Ministers on 19 June 2003 at the 844th meeting of the Ministers' Deputies, <https://wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?id=45827> (dostęp 13 czerwca 2022 r.).

<sup>2</sup> The International Xenotransplantation Association, *Inventory of Human Xenotransplantation practices*, <https://humanxenotransplant.org/data/> (dostęp 13 czerwca 2022 r.).

<sup>3</sup> The International Xenotransplantation Association, *IXA Mission*, <https://tts.org/ixa-about/ixa-history-mission> (dostęp 13 czerwca 2022 r.).

dokumentów<sup>4</sup>, które do dziś pozostają kluczowymi źródłami w odniesieniu do podstawowych wymagań etycznych i prawnych, niezbędnych do umożliwienia rozpoczęcia i prowadzenia badań przedklinicznych i klinicznych w zakresie przeszczepień obcopolochodnych<sup>5</sup>. Zalecenia wydane przez stowarzyszenie stały się między innymi podstawą uchwały nr WHA57.18 dotyczącej prowadzenia badań w zakresie transplantacji międzygatunkowych oraz tzw. Komunikatu z Changsha (ang. *The Changsha Communiqué*)<sup>6</sup>.

W maju 2004 r., na pięćdziesiątym siódmym Zgromadzeniu Światowej Organizacji Zdrowia (ang. *World Health Organization*), podjęto uchwałę nr WHA57.18 dotyczącą między innymi prowadzenia badań w zakresie transplantacji międzygatunkowych<sup>7</sup>. Przyjęcie uchwały uznano za krok milowy w kierunku ograniczenia ryzyka rozprzestrzenienia się zakażeń powstałych w wyniku przeprowadzenia ksenotransplantacji, a także zaangażowania państw w opracowanie i przyjęcie odpowiednich procedur i ram prawnych dla tej metody leczenia.

Inny ważny dokument dotyczący badań w zakresie przeszczepień międzygatunkowych przyjęto na zorganizowanej z inicjatywy Światowej Organizacji Zdrowia w dniach 19-21 listopada 2008 r., w chińskiej prowincji Hunan, w mieście Changsha, konferencji. Rezultatem spotkania był tzw. Komunikat z Changsha<sup>8</sup> – poprawny dokument zawierający zbiór zasad dotyczących przeprowadzania badań w zakresie

---

<sup>4</sup> Wśród dokumentów tych należy wymienić chociażby *The International Xenotransplantation Association Consensus Statement on Conditions for Undertaking Clinical Trials of Porcine Islet Products in Type 1 Diabetes* i *First update of the International Xenotransplantation Association Consensus Statement on Conditions for Undertaking Clinical Trials of Porcine Islet Products in Type 1 Diabetes*.

<sup>5</sup> H.J. SCHURMAN, *Regulatory aspects of clinical xenotransplantation*, «*International Journal of Surgery*» 23/2015, s. 314.

<sup>6</sup> *Ibidem*.

<sup>7</sup> *World Health Organization, Resolution WHA57.18 Human organ and tissue transplantation*, [https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/WHA57/A57\\_R18-en.pdf](https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA57/A57_R18-en.pdf) (dostęp 15 czerwca 2022 r.).

<sup>8</sup> *World Health Organization, The Changsha Communiqué*, <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/341812/WHO-HTP-EHT-CPR-2008.01-eng.pdf?sequence=1> (dostęp 15 czerwca 2022 r.).

heterotransplantacji. W komunikacie podkreślono, że Światowa Organizacja Zdrowia widzi potencjał w ksenotransplantacji jako metodzie, dzięki której można będzie leczyć wiele chorób, takich jak chociażby cukrzyca, choroby serca czy nerek.

Kwestie przeszczepień obcopolichodnych poruszono również w rekomendacji Rec (2003)10 Komitetu Ministrów Rady Europy w sprawie ksenotransplantacji z 19 czerwca 2003 r.<sup>9</sup> Rada Europy, podobnie jak Światowa Organizacja Zdrowia, widzi w heterotransplantacji rozwiązanie na stale zwiększający się niedobór narządów, tkanek i komórek pochodzenia ludzkiego. Ze względu jednak na fakt, że „w aktualnym stanie wiedzy medycznej ten rodzaj leczenia pozostaje jeszcze w sferze teoretycznej, a co najwyżej eksperymentalnej”<sup>10</sup>, dla osiągnięcia widocznego postępu w dziedzinie niezbędne jest prowadzenie dalszych, szczegółowych badań.

W Polsce problematykę ksenotransplantacji reguluje art. 20 ustawy z 1 lipca 2005 r. o pobieraniu, przechowywaniu i przeszczepianiu komórek, tkanek i narządów<sup>11</sup>, który dopuszcza przeszczepianie komórek, tkanek lub narządów lub stosowanie u ludzi komórek lub tkanek pochodzących od zwierząt, pod warunkiem jednak uzyskania pozytywnej opinii Krajowej Rady Transplantacyjnej. Jak trafnie zauważa się w piśmiennictwie, „pomimo tego, że [polski – P.W.C.] ustawodawca wyeliminował z przepisu art. 20 ust. 1 [wyżej powołanej ustawy – P.W.C.] cel leczniczy przeszczepiania, przyjął jednak należy, że w przypadku ksenoprzeszczepu zastosowanie znajdują przepisy dotyczące eksperymentu leczniczego, którym jest wprowadzenie przez lekarza nowych lub tylko częściowo wypróbowanych metod diagnostycznych, leczniczych lub

---

<sup>9</sup> Council of Europe Committee of Ministers, Recommendation Rec(2003)10 of the Committee of Ministers to member states on xenotransplantation adopted by the Committee of Ministers on 19 June 2003 at the 844th meeting of the Ministers' Deputies, <https://wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?id=45827> (dostęp 13 czerwca 2022 r.).

<sup>10</sup> Projekt uzasadnienia wniosku o podpisanie i o ratyfikację protokołu dodatkowego do Konwencji o prawach człowieka i biomedycynie dotyczącego transplantacji narządów i tkanek pochodzenia ludzkiego, s. 2.

<sup>11</sup> Ustawa z 1 lipca 2005 r. o pobieraniu, przechowywaniu i przeszczepianiu komórek, tkanek i narządów (tekst jedn. Dz. U. z 2020 r., poz. 2134).

profilaktycznych w celu osiągnięcia bezpośredniej korzyści dla zdrowia osoby leczonej<sup>12</sup>.

Postanowienia obowiązujących w Polsce przepisów dotyczących analizowanej metody terapeutycznej realizują międzynarodowe zalecenia i wytyczne, co z całą pewnością należy ocenić pozytywnie (podobnie zresztą, jak sam fakt wprowadzenia prawnie wiążącej regulacji dotyczącej poruszanej tematyki). Przyjęte przez polskiego ustawodawcę rozwiązanie niewątpliwie chroni prawa potencjalnego biorcy i ogranicza ryzyko wystąpienia zagrożenia zdrowia publicznego, jak również wpływa pozytywnie na dalszy rozwój badań w zakresie heterotransplantacji.

W celu monitorowania zachodzących w zakresie przeszczepień międzygatunkowych zmian prawnych, administracyjnych i naukowych, w ramach Rady Europy, powołano Grupę Roboczą ds. Ksenotransplantacji (ang. The Working Party on Xenotransplantation), która działa pod wspólnym nadzorem Komitetu CDBI (ang. The Steering Committee on Bioethics) oraz Europejskiego Komitetu Zdrowia (ang. The European Health Committee)<sup>13</sup>. W listopadzie 2006 r. oficjalnie zatwierdzono finansowanie programu Xenome, otwartego w celu rozwijania badań przedklinicznych w dziedzinie heterotransplantacji<sup>14</sup>. W programie biorą udział specjaliści z różnych dziedzin nauk, z 22 instytucji (zarówno publicznych, jak i prywatnych) z 11 krajów (Austria, Belgia, Francja, Włochy, Niemcy, Holandia, Portugalia, Wielka Brytania, Czechy, Hiszpania i Szwecja). Głównym zadaniem naukowców zaangażowanych w projekt jest wnikliwa analiza wyników badań oraz wszechstronna ocena postaw społecznych i spostrzeżeń dotyczących ksenotransplantacji<sup>15</sup>.

---

<sup>12</sup> Z. GĄDZIK, *Prawnokarne aspekty transplantacji ksenogenicznych*, «Forum Prawnicze» 1/2018, s. 53.

<sup>13</sup> Council of Europe, *Report on the state of the art in the field of xenotransplantation*, CDBI/CDSP-XENO (2003) 1, Strasbourg 2003, s. 76.

<sup>14</sup> European Commission, *Engineering of the porcine genome for xenotransplantation studies in primates: a step towards clinical application*, <https://cordis.europa.eu/project/id/37377> (dostęp 15 czerwca 2022 r.).

<sup>15</sup> Observa, *Xenome*, <http://www.observa.it/xenome/?lang=en> (dostęp 15 czerwca 2022 r.).

Zważywszy, że nadal nie wszystkie państwa posiadają prawnie wiążące regulacje dotyczące heterotransplantacji, wytyczne zawarte w uchwale nr WHA57.18, w komunikacie z Changsha oraz w rekomendacji Komitetu Ministrów Rady Europy z 19 czerwca 2003 r., wciąż pozostają głównymi źródłami zasad, które powinny być uwzględniane w toku prowadzenia badań z użyciem materiału odzwierzęcego. Dokonując analizy powołanych wyżej dokumentów, należy stwierdzić, że zawierają one w istocie zbliżone unormowania, poruszając większość kluczowych kwestii związanych z rozważaną metodą terapeutyczną.

Zasadniczym celem ustanowienia ogólnoświatowych ram prawnych dla prowadzenia badań w zakresie ksenotransplantacji jest zagwarantowanie bezpieczeństwa pacjentów poddawanych zabiegom oraz ograniczenie ewentualnego ryzyka narażenia osób trzecich. Z uwagi na powyższe, prowadzenie badań w zakresie przeszczepień międzygatunkowych należy uznać za dopuszczalne wyłącznie, gdy w danym państwie wprowadzono jasną, przejrzystą, efektywną i dostępną publicznie regulację prawną określającą przebieg procedury oraz mechanizmy jej kontroli i nadzoru<sup>16</sup>. Celem zapewnienia wsparcia dla państw, w których przeprowadzane są tego typu badania, za konieczne uznano utworzenie międzynarodowego systemu wymiany informacji oraz zharmonizowanie globalnych praktyk<sup>17</sup>. Podkreślono również znaczenie stałego zwiększania świadomości społecznej, zarówno w zakresie korzyści, jak i ewentualnych niebezpieczeństw (wynikających m.in. z uprawiania tzw. ksenoturystyki)<sup>18</sup>. W przypadku braku możliwości zapewnienia skutecznych środków ochrony, zarekomendowano, by państwa wstrzymały się od prowadzenia badań<sup>19</sup>.

---

<sup>16</sup> World Health Organization, *The Changsha Communiqué...*, s. 1.

<sup>17</sup> *Ibidem*, s. 2.

<sup>18</sup> *Ibidem*.

<sup>19</sup> *Ibidem*, s. 1.

### 3. KSENOTRANSPLANTACJA – ASPEKTY MEDYCZNE

Dopuszczenie powszechnego stosowania heterotransplantacji wymaga jednak nie tylko ustanowienia właściwych ram prawnych, organizacyjnych i administracyjnych, lecz także, a może przede wszystkim, dokonania pogłębionej analizy związanych z opisywaną metodą leczenia aspektów medycznych, etycznych i społecznych<sup>20</sup>. By odpowiedzieć na pytanie, czy ksenotransplantacja może być uznana za w pełni bezpieczną i powszechnie akceptowalną procedurę, należy zatem w pierwszej kolejności rozważyć wszystkie wady i zalety tej formy terapii.

Wśród głównych zalet wymienia się niczym nieograniczony dostęp do materiału transplantacyjnego, co w praktyce oznaczałoby możliwość uratowania życia osób, które w przeciwnym razie zmarłyby, oczekując na przeszczepienie. W przypadku ksenotransplantacji, przynajmniej teoretycznie, każda osoba oczekująca na przeszczepienie mogłaby otrzymać potrzebny narząd. Co więcej, jest wielce prawdopodobne, że zwiększenie podaży transplantatów przełożyłoby się na znaczne ograniczenie lub nawet całkowite wyeliminowanie zjawisk patologicznych, takich jak chociażby handel narządami, handel ludźmi w celu pobrania od nich narządów czy turystyka transplantacyjna.

Problemem, z którym wciąż mierzy się medycyna transplantacyjna, jest stosunkowo wysoki współczynnik śmiertelności wśród osób oczekujących na przeszczep. Zastosowanie odzwierzęcego materiału transplantacyjnego mogłoby przyczynić się do znacznego skrócenia czasu oczekiwania na zabieg. Wykorzystanie zwierząt jako źródła transplantatów umożliwiłoby również „planowanie zabiegów z odpowiednim wyprzedzeniem i pobieranie narządów do natychmiastowego przeszczepu oraz wcześniejsze wdrażanie leczenia immunosupresyjnego”<sup>21</sup>, co dodatkowo przełożyłoby się na ostateczny wynik przeszczepienia.

Jedynie narządy dobrej jakości czynnościowej, o prawidłowych parametrach, pobrane i przeszczepione we właściwym czasie, spełnią swoje

---

<sup>20</sup> P. MORCINIĘC, *Organy zwierzęce dla ludzi. Nowe wyzwania etyczne*, «Poznańskie Studia Teologiczne» 10/2001, s. 174.

<sup>21</sup> J.Z. KUŹMICH, *Ogólne aspekty ksenotransplantacji*, <http://www.biotechnolog.pl/ogolne-aspekty-ksenotransplantacji> (dostęp 16 czerwca 2022 r.).

funkcje. Rezultatem powszechnego zastosowania przeszczepień odzwierzęcych mógłby być również wzrost jakości pobranych transplantatów, bowiem w toku badań przedoperacyjnych „parametry konkretnego produktu ksenotransplantacyjnego mogą być bardzo dokładnie zbadane i opisane przed transplantacją. Dodatkowo sam zabieg może być precyzyjnie zaplanowany także pod względem wyboru optymalnego terminu. Wszelkie negatywne konsekwencje charakterystyczne dla transplantacji organów pozyskanych od zmarłych dawców (np. patofizjologiczny wpływ śmierci mózgu na organy) nie będą miały w tym przypadku miejsca”<sup>22</sup>. Co więcej, możliwość dokładnego przebadania i przygotowania produktu ksenotransplantacyjnego do zabiegu znacząco ograniczyłaby ryzyko przeniesienia na biorcę wraz z przeszczepem różnego rodzaju infekcji wirusowych, bakteryjnych, grzybiczych czy nowotworów.

Niezależnie od powyższego, należy pamiętać, że heterotransplantacja niesie za sobą również pewne niebezpieczeństwa. Przede wszystkim w przypadku tego rodzaju przeszczepień istnieje duże prawdopodobieństwo wystąpienia tzw. nadostrego odrzucenia przeszczepu, polegającego na silnej reakcji obronnej organizmu biorcy skierowanej przeciwko przeszczepowi<sup>23</sup>. Dodatkowo, zagrożeniem nierozzerwalnie związanym z analizowaną metodą terapeutyczną jest możliwość przeniesienia do organizmu biorcy wraz z przeszczepem odzwierzęcym rozmaitych czynników chorobotwórczych<sup>24</sup>. Niestety, pomimo licznych badań specjalistów z różnych dziedzin medycyny, żadnego z powyższych problemów nie udało się do tej pory całkowicie wyeliminować.

Powszechnie przyjmuje się, że nie każdy gatunek zwierząt może być wykorzystywany do celów naukowych. Wyłączenia obejmują przede wszystkim ssaki naczelne, których wybitnie rozwinięte umiejętności społeczne powodują, że ich wykorzystywanie w procedurach naukowych związane jest z wieloma problemami (głównie natury etycznej). Z tego

---

<sup>22</sup> Z. SMORAĞ, R. SŁOMSKI, *Ksenotransplantacja – możliwości i ograniczenia*, «Nauka» 4/2005, s. 140.

<sup>23</sup> H. MELO, C. BRANDAAO, G. REGO, R. NUNES, *Ethical and legal issues in xenotransplantation*, «Bioethics» 15.5-6/2001, s. 431.

<sup>24</sup> *Ibidem*.



też względu obecnie większość badań skupia się na wykorzystaniu świń domowych jako ewentualnych dawców<sup>25</sup>. Świnia domowa, w przeciwieństwie do innych gatunków zwierząt, stosunkowo łatwo poddaje się modyfikacjom genetycznym, jest również łatwa i tania w pozyskaniu i utrzymaniu, a jej narządy posiadają zbliżoną wielkość i fizjologię do narządów człowieka<sup>26</sup>. By zminimalizować ryzyko odrzucenia przeszczepu, świnie wykorzystywane w transplantacji międzygatunkowej poddawane są modyfikacjom w zakresie antygenów powierzchniowych<sup>27</sup>, które to modyfikacje spowodować mają zmiany w ich systemie immunologicznym, a co za tym idzie, upodobnić genetycznie organizm dawcy – zwierzęcia do organizmu biorcy – człowieka<sup>28</sup>.

Wykorzystanie w ksenotransplantacji tzw. świń transgenicznych (modyfikowanych genetycznie) ma na celu wprowadzanie w zwierzęcych organizmach zmian, które skutkować będą pojawieniem się tolerancji immunologicznej, czyli brakiem gwałtownej reakcji odpornościowej ze strony organizmu ludzkiego na odzwierzęcy przeszczep, a w konsekwencji, ograniczeniem ryzyka wystąpienia odrzucenia nadostrego, przy jednoczesnym zastosowaniu mniej agresywnych, standardowych

---

<sup>25</sup> R. SŁOMSKI, B. GRZEŚKOWIAK, D. LIPIŃSKI, A. NOWAK, H. PRZYSTAŁOWSKA, M. SZALATA, A. WOŹNIAK, J. ZEYLAND, *Przygotowanie modyfikujących, regulujących i inaktywujących konstrukcji genowych dla potrzeb ksenotransplantacji oraz wielotransgenicznych komórek świń do klonowania somatycznego*, [w:] *Uzyskanie transgenicznych świń jako dawców tkanek i narządów do transplantacji u ludzi oraz ich biotechnologiczna, fizjologiczna i medyczna charakterystyka*, red. Z. SMORAĞ, Balice 2011, s. 4.

<sup>26</sup> Z. SMORAĞ, R. SŁOMSKI, J. JURA, D. LIPIŃSKI, M. SKRZYSZOWSKA, *Transgeniczne świnie jako dawcy tkanek i narządów do transplantacji u ludzi*, «Przegląd Hodowlany» 11/2011, s. 1.

<sup>27</sup> J. JURA, R. SŁOMSKI, Z. SMORAĞ, B. GAJDA, J. WIECZOREK, D. LIPIŃSKI, R. KALAK, W. JUZWA, J. ZEYLAND, *Uzyskiwanie świń wykorzystywanych w ksenotransplantacji*, «Biotechnologia» 1/2006, s. 153.

<sup>28</sup> J. JURA, Z. SMORAĞ, B. GAJDA, J. JURKIEWICZ, R. SŁOMSKI, *Uzyskiwanie świń transgenicznych na drodze nikroiniekcji oraz z zastosowaniem metod alternatywnych*, [w:] *Uzyskanie transgenicznych świń jako dawców tkanek i narządów do transplantacji u ludzi oraz ich biotechnologiczna, fizjologiczna i medyczna charakterystyka*, red. Z. SMORAĞ, Balice 2011, s. 9.

leków immunosupresyjnych<sup>29</sup>. Coraz doskonalsze metody hodowli świń transgenicznych powodują, że dotyczące wyżej wskazanej materii badania są bardzo obiecujące.

Jak już wspomniano, poza międzygatunkową barierą immunologiczną przeszkodą do powszechnego zastosowania transplantacji międzygatunkowej jest ryzyko przeniesienia na biorcę rozmaitych chorób odzwierzęcych. Szacuje się, że owo ryzyko jest bardzo duże, bowiem przeniesiony wraz z przeszczepem „nowy czynnik chorobotwórczy, [...] w nowym środowisku, jakim jest organizm człowieka, może nabywać odmiennych właściwości, potencjalnie [...] powodując nieznaną do tej pory zespoły kliniczne”<sup>30</sup>. Oznacza to, że obecnie nie możemy z całą pewnością przewidzieć, jakie czynniki chorobotwórcze mogą przeniknąć wraz z przeszczepem do organizmu biorcy oraz jakie skutki może nieść to za sobą w przyszłości. Choć dziś nie jesteśmy jeszcze w stanie zupełnie wyeliminować ewentualnego ryzyka zakażenia, uzyskane w wyniku dotychczasowych doświadczeń dane pokazują, że zastosowanie właściwie genetycznie zmodyfikowanego źródła materiału transplantacyjnego oraz odpowiednio dobranego leczenia immunosupresyjnego może owo ryzyko zredukować do akceptowalnego poziomu<sup>31</sup>.

#### 4. KSENOTRANSPLANTACJA – ASPEKTY ETYCZNE

Na tle rozważań na temat przeszczepień międzygatunkowych pojawia się również wiele dylematów etycznych, wśród których należy wymienić choćby te dotyczące sytuacji zwierząt. Przeciwnicy ksenotransplantacji podnoszą, że „ponieważ zwierzę z przyczyn ontologicznych nie może uczynić daru ze swoich organów, tj. nie może w przeciwieństwie do człowieka być wolnym dawcą, można mówić jedynie o źródle

---

<sup>29</sup> Biotechnology Innovation Organization, *Xenotransplantation: The Benefits and Risks of Special Organ Transplantation*, <https://www.bio.org/articles/xenotransplantation-benefits-and-risks-special-organ-transplantation> (dostęp 16 czerwca 2022 r.).

<sup>30</sup> Z. SMORĄG, R. SŁOMSKI, *Ksenotransplantacja – możliwości...*, s. 139.

<sup>31</sup> L. TIANYU, Y. BOCHAO, W. RUOLIN, Q. CHUAN, *Xenotransplantation: Current Status in Preclinical Research*, «Frontiers in Immunology» 10/2020, s. 12-13.

organów<sup>32</sup>. W konsekwencji zwierzę wykorzystywane w toku procedury traktowane jest najczęściej jako tzw. „magazyn części zamiennych”, w którym tworzy się i przechowuje potrzebne człowiekowi narządy, tkanki i komórki. Zwolennicy zastosowania heterotransplantacji kontrargumentują, że skoro akceptujemy wykorzystywanie zwierząt w innych celach (choćby kulinarnych), to dlaczego nie mielibyśmy wykorzystywać ich w wyższym celu, jakim jest ratowanie życia lub zdrowia chorych?<sup>33</sup>

Choć wykorzystywanie zwierząt w celach naukowych coraz częściej budzi stanowczy sprzeciw społeczeństwa<sup>34</sup>, wydaje się, że realna perspektywa zmniejszenia niezwykle dotkliwego niedoboru materiału transplantacyjnego, którą niewątpliwie daje analizowana metoda terapeutyczna, zmusza nas do przyjęcia, że rozwiązanie takie, choć bez wątplenia pod względem etycznym niepożądane, jest dziś nieuniknione. Przyjmując powyższe założenie, warunkiem *sine qua non* wykorzystania zwierząt w celu ksenotransplantacji należy jednak uczynić ich humanitarne traktowanie.

Zasady i warunki ochrony zwierząt wykorzystywanych do celów przeszczepień obcopochodnych określa przede wszystkim dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/63/UE z 22 września 2010 r. w sprawie ochrony zwierząt wykorzystywanych do celów naukowych<sup>35</sup> oraz wspomniana już wielokrotnie rekomendacja Rec. (2003)10 Komitetu Ministrów Rady Europy w sprawie ksenotransplantacji z 19 czerwca 2003 r. W Polsce materię tę reguluje ustawa z 15 stycznia 2015 r. o ochronie zwierząt wykorzystywanych do celów naukowych lub edukacyjnych<sup>36</sup>.

<sup>32</sup> P. MORCINIEC, *Organy zwierzęce dla ludzi...*, s. 184.

<sup>33</sup> P. MORCINIEC, *Status zwierząt w kontekście możliwości ksenotransplantacji*, «Forum Teologiczne» 6/2005, s. 87.

<sup>34</sup> M. WALCZAK, Z. BONCZAR, *Etyczne i prawne aspekty doświadczeń na zwierzętach*, «Wiadomości Zootechniczne» 4/2015, s. 147-148.

<sup>35</sup> Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/63/UE z 22 września 2010 r. w sprawie ochrony zwierząt wykorzystywanych do celów naukowych (Dz. Urz. UE L 276 z 20 października 2010 r., s. 33).

<sup>36</sup> Ustawa z 15 stycznia 2015 r. o ochronie zwierząt wykorzystywanych do celów naukowych lub edukacyjnych (tekst jedn. Dz. U. z 2021 r., poz. 1331 ze zm.).

Zgodnie z wytycznymi zawartymi w wyżej powołanych dokumentach, już na etapie hodowli należy w najszerszym możliwym zakresie uwzględniać potrzeby zwierząt i zapewnić im dobre samopoczucie. Jakikolwiek ból, cierpienie, stres lub niepokój, a także liczba wykorzystywanych zwierząt powinny być ograniczone do niezbędnego minimum. Jeżeli istnieje możliwość wyboru między różnymi metodami badań, dokonuje się go, biorąc pod uwagę to, aby wybrana procedura zakładała wykorzystanie najmniejszej liczby zwierząt oraz zwierząt z najniższą zdolnością odczuwania bólu, cierpienia, stresu lub skutków trwałego uszkodzenia organizmu, powodowała jak najmniej bólu, cierpienia lub stresu, w najmniejszym stopniu stwarzała ryzyko trwałego uszkodzenia organizmu zwierząt oraz dawała największe prawdopodobieństwo osiągnięcia planowanego wyniku procedury.

Każde badanie należy zaplanować w taki sposób, by starać się unikać w jego wyniku śmierci zwierzęcia, a jeśli jest to niemożliwe, by do minimum ograniczyć jego ból, cierpienie i niepokój. Przed przeprowadzeniem jakiegokolwiek zabiegu zwierzę bezwzględnie należy znieczulić. Jeżeli zwierzę przeżyło zabieg, produkty lecznicze o działaniu przeciwbólowym powinny być stosowane również po przeprowadzeniu zabiegu, w sytuacji gdy zwierzę po wybudzeniu się ze znieczulenia ogólnego mogłoby wciąż odczuwać ból. Jeżeli w wyniku przeprowadzenia heterotransplantacji nastąpiłoby trwałe uszkodzenie organizmu zwierzęcia lub istniałoby prawdopodobieństwo, że po jego zakończeniu będzie ono odczuwać dotkliwy lub umiarkowany ból, cierpienie i stres, zaleca się jego uśpienie za pomocą odpowiedniej, humanitarnej metody.

Od jednego zwierzęcia nie powinno pobierać się wielu narządów. By jednak zredukować liczbę zwierząt wykorzystywanych w procedurach, niektóre z nich można wykonywać wielokrotnie, jeśli nie szkodzi to realizacji celu naukowego ani nie godzi w dobrostan zwierząt. Po przeprowadzeniu zabiegu zwierzę należy otoczyć opieką i zapewnić mu odpowiednie warunki utrzymania, a jeśli jest to możliwe, wypuścić na wolność lub znaleźć dla niego nowy dom.

Niestety, choć powyższe wytyczne znajdują odzwierciedlenie w wielu krajowych regulacjach prawnych, nadal spotkać można ustawodawstwa, w których stosowane są jedynie wymogi minimalne. Niezależnie od

powyższego, wydaje się, że wprowadzenie w gruncie rzeczy bardzo kazuistycznych ram prawnych dotyczących wykorzystywania zwierząt w procedurze przeszczepień międzygatunkowych należy ocenić pozytywnie. Ograniczenie negatywnych następstw wykorzystania zwierząt jako źródła transplantatów, a w konsekwencji, zwiększenie przychylności społeczeństwa do tego rodzaju przeszczepień, może bowiem realnie wpłynąć na upowszechnienie stosowania ksenotransplantacji.

Jednym z dylematów etycznych pojawiających się w dyskursie nad opisywaną formą terapii jest również poczucie dyskomfortu psychicznego biorcy, wywołane potencjalną możliwością naruszenia w wyniku przeszczepienia odzwierzęcego jego niepowtarzalnej tożsamości osobowej. Tożsamość osobową definiuje się jako „zespół wyobrażeń, uczuć, sądów, wspomnień i projekcji podmiotu, które odnosi on do siebie. W pojęciu tym mieszczą się takie składniki, jak samoświadomość jednostki, świadomość kontynuacji i pozostawania sobą w zmieniających się warunkach życia, świadomość uczestnictwa podmiotu w grupach społecznych, koncepcja siebie, zdolność do porównań interpersonalnych i grupowych”<sup>37</sup>. Niewątpliwie obraz osoby jest silnie powiązany z postrzeganiem własnego ciała. W tym rozumieniu jesteśmy tym, czym w istocie jest nasze ciało, utożsamiamy się z nim.

Zasadniczym problemem w przypadku heterotransplantacji może być jej wpływ na późniejsze postrzeganie przez biorcę swojego ciała, a co za tym idzie, własnej osoby, tożsamości i wartości. Po przeprowadzeniu zabiegu biorca może mieć bowiem wątpliwości, czy pomimo przeszczepienia odzwierzęcego narządu, tkanek lub komórek jest nadal tą samą osobą<sup>38</sup>. Niedawno przeprowadzone badania dowiodły, że „pierwszego rozczarowania w konfrontacji ze zrekonstruowanym ciałem biorcy doświadczają tuż po odzyskaniu świadomości po przeprowadzonym przeszczepieniu [...]. To w tym czasie do psychiki biorcy najsilniej wkrada się poczucie obcości wobec własnego ciała, które w obliczu ucieleśnienia

<sup>37</sup> W. KAMIŃSKI, *Człowiek dorosły w sytuacjach zagrożenia tożsamości*, [w:] *Wprowadzenie do andragogiki*, red. T. WUJEK, Warszawa 1996, s. 77.

<sup>38</sup> S. ASAMI, *From Pigs to Humans: Xenotransplantation and a New Challenge to Medical Ethics*, «Journal of Philosophy and Ethics in Health Care and Medicine» 1/2006, s. 20.

tożsamości badanych okazuje się poczuciem obcości wobec samego siebie<sup>39</sup>.

Bez wątpienia, z perspektywy etycznej, nie wszystkie narządy powinno się przeszczepiać. Przykładem takich narządów mogą być chociażby mózg i gruczoły płciowe, które zapewniają tożsamość osobową i prokreacyjną osoby i dzięki którym ciało w sposób specyficzny nabiera niepowtarzalnej jedności, do której ochrony jest zobowiązana medycyna<sup>40</sup>. Z kolei przykładowo przeszczep rogowki odzwierzęcej nie powinien powodować żadnej trudności etycznej, jeśli byłby biologicznie możliwy i wskazany<sup>41</sup>. Niezależnie zatem od tego, jakie możliwości otworzy przed nami nowoczesna medycyna, ze względów etycznych, należy bezwzględnie wykluczyć przeszczepianie niektórych odzwierzęcych transplantatów, nawet jeśli technicznie zabieg taki byłby możliwy.

Niewątpliwie „odpowiedź na pytanie o sposób psychicznego reagowania biorców na implantaty zwierzęce może na obecnym etapie zostać udzielona jedynie pośrednio. Reprezentatywnych badań z wiadomych względów brakuje, nie ulega natomiast wątpiwości, że nawet rozpoczęcie wzmożonych prób ksenotransplantacyjnych odda do dyspozycji psychologów wyniki, które odzwierciedlać będą spektrum już dziś obecnych nastawień psychicznych, bazujących na wyliczeniach statystycznych<sup>42</sup>. Na psychiczną reakcję biorcy transplantatu odzwierzęcego z całą pewnością będzie miało wpływ wiele czynników. Dużo zależy będzie od jego poglądów religijnych, wyznawanych zasad moralnych, życiowych doświadczeń czy reakcji otoczenia. Z uwagi na powyższe, niezwykle istotne jest podejmowanie wielotorowych działań, mających na celu uczynienie choćby podstawowych kwestii dotyczących rozważanej metody leczenia przedmiotem publicznej dyskusji.

Zwiększenie świadomości społecznej w zakresie przeszczepień ksenogenicznych może przelożyć się na dalszy rozwój badań, a w konsekwencji

---

<sup>39</sup> K. KOWAL, *Kryzys tożsamości w doświadczaniu ciała zrekonstruowanego przeszczepem kończyny górnej*, «Hygeia Public Health» 47/2012, s. 478.

<sup>40</sup> Papieska Rada ds. Duszpasterstwa Służby Zdrowia, *Karta Pracowników Służby Zdrowia*, Watykan 1995, pkt 88.

<sup>41</sup> *Ibidem*, pkt 89.

<sup>42</sup> P. MORCINIEC, *Organy zwierzęce dla ludzi...*, s. 179.

również na dopuszczenie stosowania transplantacji międzygatunkowej jako powszechnie uznanej metody leczniczej. Wszelako celem przyświecającym naukowcom jest ograniczenie niedoboru materiału transplantacyjnego. Być może już w niedalekiej przyszłości transplantaty odzwierzęce będą w stanie uratować życie setek tysięcy osób, które dziś pozbawione są wszelkiej nadziei na powrót do pełnego zdrowia. By jednak jakość życia biorcy po przeszczepieniu uległa rzeczywistej poprawie, będzie musiał on zaakceptować fakt posiadania narządu pochodzącego od zwierzęcia.

## 5. KSENOTRANSPLANTACJA – ASPEKTY EKONOMICZNE

Aspekt ekonomiczny leczenia przy użyciu ksenotransplantacji wykorzystywany jest w dyskusji zarówno przez zwolenników, jak i przeciwników opisywanej formy terapii. Oponenti podkreślają, że „zarówno operacje, jak i opieka pooperacyjna pociągają za sobą ogromne koszty przy znikomych efektach”<sup>43</sup>. Co więcej, poza kosztami związanymi bezpośrednio z zabiegiem, w przypadku heterotransplantacji, konieczne jest uwzględnienie stosunkowo wysokich kosztów wyhodowania i opieki nad zwierzętami transgenicznymi, które to koszty, z oczywistych względów, nie wiążą się z innymi rodzajami przeszczepień.

Ponadto, ze względu na znacznie krótszą żywotność zwierząt aniżeli ludzi, szacuje się, że potencjalny biorca będzie potrzebował przynajmniej kilku przeszczepień z wykorzystaniem odzwierzęcego materiału transplantacyjnego<sup>44</sup>. Krótsza żywotność narządów, tkanek i komórek zwierzęcych, a co za tym idzie, konieczność powtarzania zabiegów, może zaś dodatkowo zwiększyć wysokość kosztów związanych z tą formą terapii. Powszechne zastosowanie ksenotransplantacji mogłoby zatem spowodować kilkukrotny wzrost wydatków na ten cel z budżetu

---

<sup>43</sup> A. RANISZEWSKA-WYRWA, *Transplantologia eksperymentalna – nadzieja czy zagrożenie?*, «Humanistyka i Przyrodoznawstwo» 1/2010, s. 279.

<sup>44</sup> C. LOMBARDO, *Pros and Cons of Xenotransplantation*, <http://www.visionlaunch.com/pros-and-cons-of-xenotransplantation/> (dostęp 16 czerwca 2022 r.).

państwa, co w opinii przeciwników uzasadnia wsparcie badań w zakresie innych metod leczenia.

Zwolennicy ksenotransplantacji wskazują z kolei, że w rzeczywistości nie byłaby ona tak dużym obciążeniem dla budżetu, jak to się obecnie szacuje. Ich zdaniem „niewątpliwym plusem takiej formy terapii przeszczepowej byłoby rozwiązanie problemów alokacyjnych. Z perspektywy ekonomicznej ksenotransplantacja prowadzi [bowiem] do obniżenia kosztów logistycznych, skoro zwierzęta można byłoby hodować w pobliżu centrów transplantacyjnych, a także zbędne [stałoby] się długofalowe konserwowanie organów, które konieczne jest w przypadku pobierania materiału od ludzkich dawców (konieczność badań i przewóz do miejsca implantacji)<sup>45</sup>. Ponadto, do obniżenia kosztów mogłoby przyczynić się „klonowanie jako metoda powielania jednego osobnika mającego z punktu widzenia ksenotransplantacji optymalne cechy [...]. Wychodowane [...] świnie byłyby więc dawcami wielu narządów<sup>46</sup>.”

W tym miejscu pojawia się jednak pytanie, kto powinien ponosić koszt wdrożenia analizowanej procedury – ogół społeczeństwa, czy tylko pacjenci poddawani heterotransplantacji?<sup>47</sup> Przerzucenie ciężaru na ogół społeczeństwa, tj. finansowanie leczenia ze środków budżetu państwa, mogłoby spotkać się ze stanowczym sprzeciwem osób przeciwnych tego typu zabiegom (zwłaszcza że w wielu państwach wciąż brakuje środków na finansowanie podstawowych leków i procedur). Z kolei obciążenie kosztami pacjentów poddawanych zabiegom mogłoby spowodować, że nie będą oni w stanie ich pokryć i zmuszeni będą szukać tańszych, mniej bezpiecznych rozwiązań. Może to doprowadzić do rozwoju tzw. ksenoturystyki i poszukiwania przez potencjalnych biorców ośrodków transplantacyjnych w państwach, które oferują przeprowadzenie zabiegu w niższej cenie.

Ze względu na mnogość czynników, które należałoby wziąć pod uwagę, obecnie nie jesteśmy w stanie dokładnie oszacować wszystkich

---

<sup>45</sup> P. MORCINIEC, *Organy zwierzęce dla ludzi...*, s. 178.

<sup>46</sup> K. ROŻNOWSKA, *Medycyna w parze z zootechniką. Wywiad z prof. Zdzisławem Smorągim*, <https://www.tygodnikprzeglad.pl/medycyna-parze-zootechnika/> (dostęp 7 września 2022 r.).

<sup>47</sup> H. MELO, C. BRANDAAO, G. REGO, R. NUNES, *Ethical and legal issues...*, s. 435.



kosztów związanych z przeprowadzeniem ksenotransplantacji. Choć dziś ta forma terapii wymaga większych, w porównaniu do transplantacji z użyciem materiału ludzkiego, nakładów, zasadne wydaje się przyjęcie, że wraz z upowszechnianiem się przeszczepień międzygatunkowych koszty pojedynczego zabiegu będą stopniowo malały. Niezależnie od powyższego, możliwość wyleczenia przy zastosowaniu heterotransplantacji wielu chorób, takich jak chociażby cukrzyca czy choroby nerek i serca, które to schorzenia w przeciwnym razie wymagają wieloletniej, nierzadko bardzo kosztownej terapii, bez wątplenia prowadziłyby ostatecznie do obniżenia wydatków z budżetu państwa. Ewentualne wyższe koszty przeszczepienia obcopolodowego zostałyby zatem zrekomensowane przez zredukowanie nakładów ponoszonych w związku z koniecznością leczenia zastępczego.

## 6. KSENOTRANSPLANTACJA – PRÓBA OCENY

Choć heterotransplantacja wciąż nie jest rutynową metodą leczenia, już dziś niektóre rodzaje przeszczepień ksenogenicznych są przeprowadzane z dobrym rezultatem. Wydaje się, że na skutek nieustannego postępu w dziedzinie medycyny korzyści, jakie niesie za sobą zastosowanie narządów, tkanek i komórek odzwierzęcych, zaczną w niedalekiej przyszłości przewyższać potencjalne ryzyko<sup>48</sup>. Jednakże, by uczynić ksenotransplantację powszechnie stosowaną formą terapii przeszczepowej, konieczne jest uprzednie wyznaczenie sztywnych ram prawno-organizacyjnych, które w dostatecznym stopniu ograniczą potencjalne niebezpieczeństwa związane z jej użyciem.

I tak też postulować należy przede wszystkim ustanawianie centralnych organów, których zadaniem byłoby udzielanie zezwoleń oraz nadzór i kontrola nad prowadzeniem badań. W skład takich organów powinni wchodzić niezależni i bezstronni specjaliści, posiadający odpowiednią wiedzę, popartą wieloletnim doświadczeniem. Procedury

---

<sup>48</sup> J. JURA, Z. SMORAĞ, B. GAJDA, J. JURKIEWICZ, R. SŁOMSKI, *Uzyskiwanie świń transgenicznych na drodze nikroiniekcji...*, s. 9.

„pozyskania” odzwierzęcego materiału transplantacyjnego, jak również zasady wykorzystania zwierząt dla celów przeszczepień międzygatunkowych powinny określać osobne przepisy, gwarantujące ochronę praw zwierząt, ograniczające ich wykorzystanie oraz minimalizujące ewentualne negatywne następstwa badań i zabiegów.

Wyzwaniem dla ustawodawców krajowych może być ustanowienie ram prawnych obejmujących zgodę na przeprowadzenie zabiegu. Zgoda udzielona przez biorcę powinna bowiem obejmować nie tylko sam zabieg, lecz także późniejsze ograniczenia i zalecenia, związane z koniecznością uniknięcia ryzyka epidemiologicznego. Zważywszy na brak możliwości ustalenia wszystkich następstw zabiegu w przyszłości, należałoby również rozważyć wyłączenie późniejszego odwołania zgody pacjenta na monitorowanie. Znaczną przeszkodę we wdrożeniu ksenotransplantacji jako rutynowej metody leczenia może stanowić konieczność uzyskania akceptacji ogółu społeczeństwa, które choć w mniejszym stopniu aniżeli pacjent poddawany przeszczepieniu przyjmuje na siebie niebezpieczeństwo związane z przeniesieniem znanych i nieznanych czynników chorobotwórczych.

Z uwagi na interdyscyplinarność analizowanego zagadnienia należy postulować, by wszystkie aspekty heterotransplantacji stały się przedmiotem publicznej debaty. Brak poparcia ze strony społeczeństwa, nawet przy założeniu dużej skuteczności tej metody leczenia, może bowiem skutkować oporem wobec jej stosowania. W końcu, nawet jeśli „szczególne nadzieje pokłada się w przeszczepianiu zmodyfikowanych metodami inżynierii genetycznej narządów pozyskiwanych od zwierząt”<sup>49</sup>, nie należy zaprzestawać poszukiwania innych alternatyw dla narządów, tkanek i komórek pochodzenia ludzkiego, takich jak komórki macierzyste czy narządy sztuczne.

Obecnie badania w zakresie sztucznych narządów skupiają się na takich kwestiach, jak zastosowanie komórek macierzystych w toku hodowania narządów w laboratorium oraz wytwarzanie sztucznego materiału

---

<sup>49</sup> Z. SMORAŃ, R. SŁOMSKI, *Ksenotransplantacja – możliwości...*, s. 133.

transplantacyjnego za pomocą druku 3D<sup>50</sup>. Już dziś tego typu drukarki są „w stanie produkować arterie, których lekarze będą mogli używać w operacjach wszczepiania bajpasów [...]. Na inne, bardziej złożone części ludzkiego ciała, takie jak kości, serce, wątroba, trzeba będzie [jeszcze] poczekać [...]. Prócz nadziei na wielki przełom w medycynie, przez skrócenie czasu oczekiwania na nowy organ dla chorego, jest także ogromna szansa na wyeliminowanie odrzutów. Jeśli zastosować by własne komórki pacjenta do produkcji tkanek, zagrożenie nieprzyjęcia przez ciało przeszczepu byłoby [bowiem] znikome”<sup>51</sup>.

W obliczu znaczących postępów, które udało się osiągnąć w ostatnich latach, jak również w świetle pozytywnych wyników prowadzonych dotychczas badań zasadne wydaje się stwierdzenie, że już niebawem będziemy w stanie wykorzystać w pełni potencjał w zakresie poprawy życia i zdrowia pacjentów, jaki daje transplantologia. Być może odkrycia, które poczynimy po drodze, pozwolą nam nawet skutecznie leczyć skrajnie niewydolne narządy, minimalizując tym samym zapotrzebowanie na ich przeszczepienie<sup>52</sup>. Do tego czasu jednak niezbędne jest podejmowanie wszelkich dostępnych działań, usprawniających proces pozyskiwania materiału transplantacyjnego, a tym samym prowadzących do zmniejszenia coraz to bardziej dotkliwego niedoboru narządów.

---

<sup>50</sup> D. GALEON, *Artificial Organs: We're entering an era where transplants are obsolete*, <https://futurism.com/artificial-organs-entering-era-transplants-obsolete/> (dostęp 16 czerwca 2022 r.).

<sup>51</sup> K. SOWA-LEWANDOWSKA, *Prawdziwe czy sztuczne? – kilka słów o biomateriałach*, <http://laboratoria.net/artykul/12765.html> (dostęp 16 czerwca 2022 r.).

<sup>52</sup> L. WHITE, *The future of organ transplantation: growing organs from scratch?*, <https://www.mewburn.com/news-insights/the-future-of-organ-transplantation-growing-organs-from-scratch> (dostęp: 5 lipca 2022 r.).

PRZESZCZEP KSENOGENICZNY JAKO ALTERNATYWA DLA  
TRANSPLANTACJI NARZĄDÓW, TKANEK I KOMÓREK POCHODZENIA  
LUDZKIEGO

Streszczenie

Terapia transplantacyjna uznawana jest powszechnie za jedną z najbardziej skutecznych metod leczenia schyłkowej niewydolności narządów. Współcześnie, dzięki rozwojowi nowoczesnych technik, jesteśmy w stanie przeszczepić praktycznie każdy narząd, tkankę czy komórkę. Głównym problemem, z którym zmagają się obecnie medycyna, jest jednak chroniczny niedobór materiału transplantacyjnego. Ilość dostępnych narządów, tkanek i komórek, które można by przeszczepić, jest bowiem ograniczona. Jako że zapotrzebowanie na przeszczep, zwłaszcza w krajach wysokorozwiniętych, nieustannie przewyższa podaż, potrzeba odnalezienia alternatywnego w stosunku do ludzkiego źródła materiału transplantacyjnego staje się coraz bardziej nagląca. Remedium na stale zwiększający się niedobór transplantatów może być ksenotransplantacja. Intensyfikacja badań w zakresie przeszczepień odzwierzęcych, jak również perspektywa ich powszechnego zastosowania zmuszają jednak do poddania pod rozważenie wszystkich wad i zalet tego typu terapii i rozstrzygnięcia pojawiających się w praktyce dylematów.

XENOTRANSPLANTATION AS AN ALTERNATIVE TO THE  
TRANSPLANTATION OF HUMAN ORGANS, TISSUES AND CELLS

Summary

Transplantation is widely recognized as one of the most effective methods of treating end-stage organ failure. Nowadays, thanks to the development of modern techniques, we are able to transplant practically any organ, tissue or cell. The main problem currently faced by medicine, however, is the chronic shortage of transplant material. The number of available organs, tissues and cells that can be transplanted is limited. As the need for transplants continues to outstrip supply, especially in highly

developed countries, the need to find an alternative to human transplant material is becoming more and more pressing. Xenotransplantation may be a remedy for the constantly rising shortage of transplant material. However, the intensification of research on interspecies transplantation, as well as the prospect of its widespread use, forces us to consider all the advantages and disadvantages of this type of therapy and to resolve the dilemmas that arise in practice.

**Słowa kluczowe:** transplantacja; ksenotransplantacja; heterotransplantacja; przeszczep odzwierzęcy; przeszczep międzygatunkowy; niedobór narządów.

**Keywords:** transplantation; xenotransplantation; heterologous transplant; interspecies transplant; organ shortage.

### Literatura

- ASAMI S., *From Pigs to Humans: Xenotransplantation and a New Challenge to Medical Ethics*, «Journal of Philosophy and Ethics in Health Care and Medicine» 1/2006, s. 11-26.
- Biotechnology Innovation Organization, *Xenotransplantation: The Benefits and Risks of Special Organ Transplantation*, <https://www.bio.org/articles/xenotransplantation-benefits-and-risks-special-organ-transplantation>.
- Council of Europe, *Report on the state of the art in the field of xenotransplantation*, CDBI/CDSP-XENO (2003) 1, Strasbourg 2003.
- European Commission, *Engineering of the porcine genome for xenotransplantation studies in primates: a step towards clinical application*, <https://cordis.europa.eu/project/id/37377>.
- GALEON D., *Artificial Organs: We're entering an era where transplants are obsolete*, <https://futurism.com/artificial-organs-entering-era-transplants-obsolete/>.
- GĄDZIK Z., *Prawnokarne aspekty transplantacji ksenogenicznych*, «Forum Prawnicze» 1/2018, s. 49-63.
- JURA J., SŁOMSKI R., SMORĄG Z., GAJDA B., WIECZOREK J., LIPIŃSKI D., KALAK R., JUZWA W., ZEYLAND J., *Uzyskiwanie świń wykorzystywanych w ksenotransplantacji*, «Biotechnologia» 1(72)/2006, s. 151-158.
- JURA J., SMORĄG Z., GAJDA B., JURKIEWICZ J., SŁOMSKI R., *Uzyskiwanie świń transgenicznych na drodze mikroiniekcji oraz z zastosowaniem metod alternatywnych, [w:] Uzyskanie transgenicznych świń jako dawców tkanek i narządów*

- do transplantacji u ludzi oraz ich biotechnologiczna, fizjologiczna i medyczna charakterystyka, red. Z. SMORĄG, Balice 2011.
- KAMIŃSKI W., *Człowiek dorosły w sytuacjach zagrożenia tożsamości*, [w:] *Wprowadzenie do andragogiki*, red. T. Wujek, Warszawa 1996, s. 76-89.
- KOWAL K., *Kryzys tożsamości w doświadczaniu ciała zrekonstruowanego przeszczepem kończyny górnej*, «Hygeia Public Health» 47.4/2012, s. 477-483.
- KUŹMICH J.Z., *Ogólne aspekty ksenotransplantacji*, <http://www.biotechnolog.pl/ogolne-aspekty-ksenotransplantacji>.
- LOMBARDO C., *Pros and Cons of Xenotransplantation*, <http://www.visionlaunch.com/pros-and-cons-of-xenotransplantation/>.
- MELO H., BRANDAAO C., REGO G., NUNES R., *Ethical and legal issues in xenotransplantation*, «Bioethics» 15.5-6/2001, s. 427-442.
- MORCINIEC P., *Organy zwierzęce dla ludzi. Nowe wyzwania etyczne*, «Poznańskie Studia Teologiczne» 10/2001, s. 173-185.
- MORCINIEC P., *Status zwierząt w kontekście możliwości ksenotransplantacji*, «Forum Teologiczne» 6/2005, s. 75-93.
- Obserwa, Xenome, <http://www.observa.it/xenome/?lang=en>.
- Papieska Rada ds. Duszpasterstwa Służby Zdrowia, Karta Pracowników Służby Zdrowia, Watykan 1995.
- RANISZEWSKA-WYRWA A., *Transplantologia eksperymentalna – nadzieja czy zagrożenie?*, «Humanistyka i Przyrodoznawstwo» 16/2010, s. 277-289.
- ROŹNOWSKA K., *Medycyna w parze z zootechniką. Wywiad z prof. Zdzisławem Smorągiem*, <https://www.tygodnikprzeglad.pl/medycyna-parze-zootechnika/>.
- SCHUURMAN H.J., *Regulatory aspects of clinical xenotransplantation*, «International Journal of Surgery» 23/2015, s. 312-321.
- SŁOMSKI R., GRZEŚKOWIAK B., LIPIŃSKI D., NOWAK A., PRZYSTAŁOWSKA H., SZALATA M., WOŹNIAK A., ZEYLAND J., *Przygotowanie modyfikujących, regulujących i inaktywujących konstrukcji genowych dla potrzeb ksenotransplantacji oraz wielotransgenicznych komórek świń do klonowania somatycznego*, [w:] *Używanie transgenicznych świń jako dawców tkanek i narządów do transplantacji u ludzi oraz ich biotechnologiczna, fizjologiczna i medyczna charakterystyka*, red. Z. SMORĄG, Balice 2011.
- SMORĄG Z., SŁOMSKI R., JURA J., LIPIŃSKI D., SKRZYSZOWSKA M., *Transgeniczne świnię jako dawcy tkanek i narządów do transplantacji u ludzi*, «Przegląd Hodowlany» 11/2011, s. 1.
- SMORĄG Z., SŁOMSKI R., *Ksenotransplantacja – możliwości i ograniczenia*, «Nauka» 4/2005, s. 133-148.

- SOWA-LEWANDOWSKA K., *Prawdziwe czy sztuczne? – kilka słów o biomateriałach*, <http://laboratoria.net/artukul/12765.html>.
- The International Xenotransplantation Association, Inventory of Human Xenotransplantation practices, <https://humanxenotransplant.org/data/>.
- The International Xenotransplantation Association, IXA Mission, <https://tts.org/ixa-about/ixa-history-mission>.
- TIANYU L., BOCHAO Y., RUOLIN W., CHUAN Q., *Xenotransplantation: Current Status in Preclinical Research*, «Frontiers in Immunology» 10/2020, s. 1-19.
- WALCZAK M., BONCZAR Z., *Etyczne i prawne aspekty doświadczeń na zwierzętach*, «Wiadomości Zootechniczne» 4/2015, s. 147–154.
- WHITE L., *The future of organ transplantation: growing organs from scratch?*, <https://www.mewburn.com/news-insights/the-future-of-organ-transplantation-growing-organs-from-scratch>.
- World Health Organization, The Changsha Communiqué, <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/341812/WHO-HTP-EHT-CPR-2008.01-eng.pdf?sequence=1>.