

Polska Akademia Nauk • Oddział w Poznaniu

Człowiek – od kiedy?



Ośrodek Wydawnictw Naukowych • Poznań 2013

Człowiek – od kiedy?

Polska Akademia Nauk • Oddział w Poznaniu

Człowiek – od kiedy?

Artykuły opracowane na podstawie referatów
wygłoszonych na sesji „Dwugłos Nauki”,
Poznań, 22 listopada 2012 r.

Teksty recenzowane pod kierunkiem
prof. dr. hab. Romana Słowińskiego

Poznań 2013

Polska Akademia Nauk • Oddział w Poznaniu

Redakcja:
Prof. Roman Słowiński

ISBN 978-83-61236-44-3

© Copyright by OWN PAN, Poznań 2013
All rights reserved

Okladka
Miroslawa Korbańska, motyw z plakatu *Człowiek – od kiedy?*, 2012

Ośrodek Wydawnictw Naukowych
Polska Akademia Nauk
61-713 Poznań, ul. Wieniawskiego 17/19
tel.: (61) 852 85 03, faks: (61) 825 06 71
e-mail: wojtow@man.poznan.pl

Realizacja wydawnicza:
PAN WDN
ul. Śniadeckich 8
00-656 Warszawa
www.wdnpan.pl

SPIS TREŚCI

Wprowadzenie

Prof. Roman Słowiński – prezes Oddziału PAN w Poznaniu 7

Gamety, zarodek – i co dalej?

Prof. Jacek A. Modliński, dr Paweł Gręda, dr Milena Kęska,
dr hab. Grażyna Ptak 9

Płeć – od kiedy?

Prof. Józefa Styrna, prof. Marek Świtoński 47

Godność człowieka przed narodzeniem? Perspektywa bioetyczna

Ks. prof. Piotr Morciniec 65

Czy embrion ludzki jest osobą ludzką?

Ks. dr hab. Andrzej Muszala 85

10-10-10

10-10-10

10-10-10

10-10-10

WPROWADZENIE

Artykuły opublikowane w tej książce opracowane zostały na podstawie referatów wygłoszonych w czasie sesji naukowej z cyklu Dwugłos Nauki pt. „Człowiek – od kiedy?”, współorganizowanej przez Oddział Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu i Wydział Teologiczny Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza. Sesja odbyła się w siedzibie Oddziału PAN w Poznaniu w dniu 22 listopada 2012 roku.

Sesje naukowe z cyklu Dwugłos Nauki tradycyjnie podejmują problematykę o znaczeniu fundamentalnym i starają się przedstawić na ten temat poglądy wybitnych przedstawicieli nauk ścisłych i przyrodniczych oraz filozofii i teologii.

Celem sesji, której owocem jest niniejsze wydawnictwo, była próba odpowiedzi na pytanie o początek człowieka jako osoby. Pytanie to stanowi kontynuację pytania o początek człowieka jako gatunku, postawionego w poprzedniej sesji, która odbyła się w 2011 roku.

Autorzy dwóch pierwszych artykułów są specjalistami z zakresu embriologii i genetyki, natomiast autorzy dwóch kolejnych artykułów są reprezentantami bioetyki katolickiej. Wszyscy ci autorzy są zgodni co do dwóch zasadniczych kwestii: życie ludzkie zaczyna się od połączenia komórek żeńskiej i męskiej, czyli od powstania zarodka, oraz że nie ma takiej cezury w rozwoju zarodka, o której można by mówić, że od tej chwili zarodek zaczyna być bardziej człowiekiem. Chociaż zatem nie ma pewności, że z każdego ludzkiego zarodka powstanie człowiek, to zasługuje on na poszanowanie godności i integralności tak jak człowiek, ze względu na swoją

jednoznaczną potencjalność. Jeśli zatem człowiek ma godność, to już tym pierwszym ludzkim komórkom ona przysługuje w pełni, gdyż godność nie narasta, lecz jest albo jej nie ma.

Chciałbym wyrazić gorące podziękowanie Autorom artykułów, a w szczególności tym, którzy wygłosili te niezmiernie interesujące wykłady na sesji Dwugłos Nauki do bardzo liczного grona słuchaczy. Pragnę także podziękować ks. prof. Pawłowi Bortkiewiczowi z Wydziału Teologicznego Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu za współpracę przy organizacji sesji i za poprowadzenie dyskusji.

Publikowane artykuły są reprezentatywne dla współczesnej wiedzy o rozwoju zarodka ludzkiego i dla stanowiska bioetycznego w przedmiotowej kwestii.

Prof. dr hab. Roman Słowiński
Prezes Oddziału Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu

GAMETY, ZARODEK - I CO DALEJ?

JACEK A. MODLIŃSKI*, PAWEŁ GRĘDA*, MILENA KĘSKA*,
GRAŻYNA PTAK**

* Zakład Embriologii Doświadczalnej,
Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu

** Department of Comparative Biomedical Sciences, University of Teramo, Włochy

Prawie czterysta lat temu William I. Harvey¹ postawił – obrazoburczą w owych czasach – hipotezę, że „*omnia omino animalia, etiam vivipara, atque hominem adeo ipsum, ex ovo progini*” (bez wyjątku wszystkie zwierzęta, w tym również żyworodne, nie wyłączając człowieka, rodzą się z jaja – tłum. JAM). A więc *omne vivum ex ovo*? Jest to w zasadzie prawda niepodważalna (choć nie do końca – w świetle ostatnich badań nad potencjami rozwojowymi indukowanych komórek pluripotentnych, co przedstawione zostało na końcu tego artykułu) w odniesieniu do organizmów rozmnażających się wyłącznie drogą płciową. Nie dotyczy ona *Protista*, roślin (zarówno zarodnikowych, jak i nasiennych), grzybów i niższych bezkręgowców (w tym również należących do strunowców sprzągli), u których występuje, obok rozmnażania płciowego, wiele rodzajów rozmnażania bezpłciowego będących w istocie, w wielu przypadkach, formami samoistnego klonowania.

¹ William I. Harvey (1578–1667) – angielski lekarz i fizjolog, który odkrył krążenie. Zasady krążenia krwi podał w dziele „*De motu cordis et sanguinis*” (1628). Zasadę „*omne vivum ex ovo*” sformułował w pracy „*De generatione animalum*” (1651).

MYSZY I LUDZIE

W embriologii myszy i ludzie są gatunkami nierozzerwalnie związanymi ze sobą. Pomimo znacznej odległości filogenetycznej, jaka dzieli oba te gatunki ssaków, a także różnic w ich rozwoju przed-, i implantacyjnym istnieją liczne zaskakujące podobieństwa dotyczące wielu aspektów ich biologii rozwoju, w tym również w kontekście embriologii doświadczalnej. Zrozumienie mechanizmów warunkujących rozwój zarodkowy człowieka nie byłoby możliwe – i prawdopodobnie nie będzie takie przez długi jeszcze czas – bez badań u myszy.

Ten związek myszy i ludzi wzruszająco oddał Robert Burns w wierszu „Do myszy” (*To the Mouse*, 1786), którego tytuł był inspiracją wydanej w 1937 r. książki Johna Steinbecka „Myszy i ludzie”

..... Lecz, Myszko, innych też nadzieja ludzi;
Przewidywaniem mózg próżno się trudzi:
Przemyślnie plany i myszy, i ludzi
W gruzy się walą,
Nasze zapęły zawód zwykle studzi
Zwątpienia skalą.
Rada bądź, że cię jedynie dotyka
Czas terażniejszy; spójrz, co mnie spotyka,
Człowieka, który, gdy wzrok w przeszłość wnika,
Błędów się wstydzi,
A gdy spogląda w przyszłość, ni promyka
W mroku nie widzi!

(Przekład Stanisława Barańczaka)

W artykule tym większość przedstawionych badań przeprowadzono na myszy starając się jednak wykazać, w miarę możliwości, na ile te badania przyczynić się mogą do poznania i zrozumienia zarodkowego rozwoju naszego gatunku.

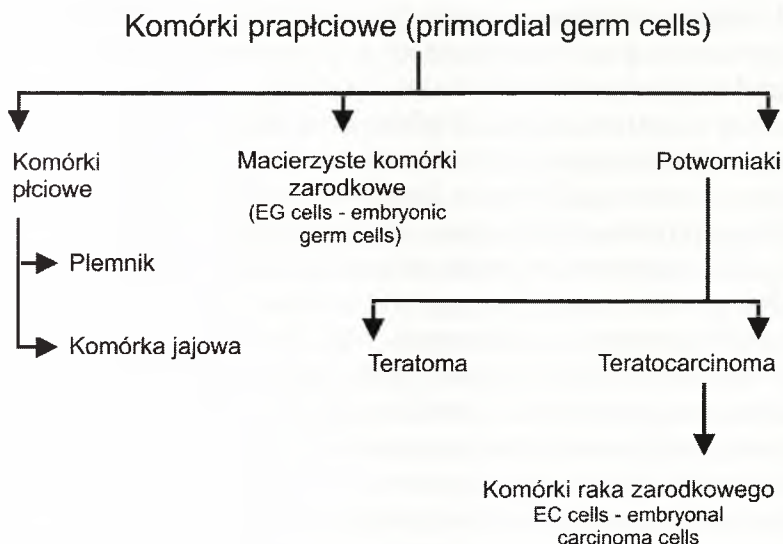
PIERWOTNE KOMÓRKI PŁCIOWE - KOMÓRKI PREKURSOROWE GAMET I NIE TYLKO...

W rozmnażaniu płciowym, które jest wyłączną formą rozmnażania wszystkich gatunków kręgowców (pomijając rzadkie przypadki rozwoju dzieworodnego u niektórych gatunków ryb, gadów i ptaków) *conditio sine quo non* powstania nowego organizmu jest proces zapłodnienia, czyli połączenia się dwóch rodzajów komórek płciowych (gamet): komórki jajowej (oocyty) i plemnika. Oba rodzaje gamet powstają drogą podziałów i różnicowania się pierwotnych komórek płciowych (PKP, ang. PGc - *primordial germ cells*), określanych również mianem komórek prapłciowych, które wyodrębniają się już w bardzo wczesnym okresie rozwoju osobniczego. Wprawdzie we wczesnym zarodku ssaków PKP nie różnią się morfologicznie od innych komórek zarodka, tym niemniej jednak Hahnel i Eddy (1986) wykazali - stosując przeciwciała monoklonalne EMA-1 i EMA-6 pozwalające na wykrycie różnic powierzchniowych pomiędzy PKP, a otaczającymi je komórkami - że u myszy PKP zlokalizowane są w epiblaście wężła zarodkowego blastocysty. Ginsburg i wsp., (1990) wykryli w 7-dniowym zarodku myszy (obszarze pozazarodkowej mezodermy położonej w tylnej części tworzącej się smugi pierwotnej o oddzielonej od zarodka fałdem owodni) grupę ok. 8 komórek wykazujących intensywne barwienie na obecność fosfatazy alkalicznej. (ALP - *alkaline phosphatase*). Wysoka aktywność ALP jest charakterystyczna dla komórek linii płciowej, a także dla macierzystych komórek zarodkowych. Pod koniec okresu gastrulacji liczba komórek ALP+ wzrasta do około 80, a następnie, pod koniec 8 dnia po pokryciu (dpc - *day post coitum*) około 120-130 komórek ALP+ jest widocznych

w endodermie jelita tylnego i u podstawy szypuły omoczni. Ostatecznie PKP lokalizują się w endodermie pęcherzyka żółtkowego, tuż obok szypuły omoczni, skąd zaczynają migrować – dzięki zdolności do ruchów ameboidalnych – poprzez kreskę jelita, rozdzielając się jednocześnie na dwa szlaki w kierunku tworzących się w okolicy praniczy parzystych mezodermalnych listew płciowych (zawiązków gonad) i stopniowo je zasiedlają. U myszy zasiedlanie listew płciowych przez PKP zachodzi 10.5 – 11 dpc. Uważa się, że ten kierunek migracji PKP jest spowodowany chemotaktycznym działaniem chemokiny SDF-1 (*Stroma Cell-Derived Factor-1*) wydzielanej przez komórki listew płciowych. Proces migracji PKP do listew płciowych może być jednak zakłócony i mogą się one lokalizować (w tym również u ludzi) w innych tkankach, głównie jednak w nadnerczach. Pierwotne komórki płciowe zlokalizowane w miejscach ektopicznych ulegają najczęściej apoptozie i są z organizmu eliminowane. W niektórych jednak przypadkach zachowują one nadal charakter komórek niezróżnicowanych i mogą stać się przyczyną powstawania nowotworów (zwłaszcza u dzieci), w tym również nowotworów złośliwych (Gobel, 2000).

Gamety

Jak wyżej wspomniano, w 8-dniowym zarodku myszy znajduje się około 120–130 PKP, natomiast w 12.5 dpc w jajniku jest już do 26 000 komórek rozrodczych. U kobiety w drugim miesiącu ciąży w jajnikach płodu jest około 600 000 komórek rozrodczych, natomiast w 5 miesiącu jest ich już od 6 do 9 milionów. W wyniku tych intensywnych podziałów mitotycznych z pierwotnych komórek płciowych, które są komórkami diploidalnymi, powstają w rozwijających się jajnikach oogonia zaś w rozwijających się jądrach spermatogonia. W pewnym momencie rozwoju płodowego komórki rozrodcze (u obu płci) przestają się dzielić (u myszy jest to 13.5 dpc; u człowieka ~20. tydzień ciąży). Ich dalsze losy (Ryc. 1), mogą być jednak różne, a w przypadku wejścia na drogę gametogenezy zachowanie ich jest u obu płci odmienne.



Ryc. 1. Losy rozwojowe pierwotnych komórek płciowych ssaków

Gametogeneza

- U samic oogonia – po okresie wzrostu – stanowią nieodnawialną już pulę oocytów I rzędu (następnego stadium w procesie oogenezy). Jeszcze w życiu płodowym oocyty I rzędu (pierwszorzędowe) rozpoczynają wzrost i podział mejotyczny, który zostaje zatrzymany w stadium diplotenu profazy I podziału mejotycznego. Oocyty pierwszorzędowe są wtedy w stadium tak zwanego pęcherzyka zarodkowego (GV – *germinal vesicle*) i znajdują się w pierwotnym pęcherzyku jajnikowym, stanowiącym podstawową jednostkę rozwojową jajnika ssaka. W dalszym okresie życia płodowego liczba żeńskich komórek rozrodczych drastycznie spada. U kobiety, z wyjściowej puli kilku milionów komórek rozrodczych w 5 miesiącu ciąży, w momencie porodu, w jajnikach noworodka płci żeńskiej jest już tylko około

1 miliona komórek rozrodczych. Wznowienie zahamowanego procesu mejozy rozpoczyna się sukcesywnie od momentu osiągnięcia przez samice dojrzałości płciowej i trwać może (w zależności od gatunku) od kilkudziesięciu dni (mysz) do kilkunastu lub kilkudziesięciu lat (człowiek i wiele innych gatunków ssaków). Jest to najdłuższy w Naturze czasokres podziału komórki. Po osiągnięciu przez samice dojrzałości płciowej wznowiają one – pod wpływem różnego rodzaju bodźców – proces dalszego dojrzewania mejotycznego. Wznowienie mejozy związane jest, między innymi, z aktywacją MPF (*maturation/meiosis/mitotic promoting factor*) w wyniku czego dochodzi do zaniku otoczki jądrowej pęcherzyka zarodkowego (GVDB – *germinal vesicle breakdown*), a następnie zapoczątkowania procesu kondensacji chromatyny. W miarę wzrostu aktywności MPF dochodzi do wyróżnicowania się chromosomów i utworzenia wrzeciona mejotycznego. W czasie I podziału mejotycznego (MI) zachodzi przejściowy spadek aktywności MPF. Bezpośrednio po wyrzuceniu I ciała kierunkowego dochodzi do ponownej aktywacji MPF i utworzenia wrzeciona II podziału mejotycznego (MII). Mejoza jest podziałem redukcyjnym, charakterystycznym dla gamet, składającym się z dwóch następujących po sobie podziałów komórkowych, poprzedzonych tylko jedną rundą replikacji DNA. W profazie I podziału mejotycznego niektóre matczyne i ojcowskie geny są wymieniane (*crossing-over*) zanim chromosomy zostaną rozdzielone do komórek potomnych. Drugi podział mejotyczny rozpoczyna się bezpośrednio po pierwszym. Oba podziały mejotyczne są asymetryczne: z każdej żeńskiej komórki płciowej powstaje tylko jedna (w przeciwieństwie do męskich komórek płciowych podlegających procesowi spermatogenezy – patrz niżej) haploidalna komórka jajowa (oocyt MII/ ootyda) oraz dwa ciała kierunkowe. Pomiędzy stadiami MI i MII chromosomy oocytu pozostają w stanie skondensowanym i nie dochodzi do replikacji DNA. Po osiągnięciu stadium MII, oocyty są zablokowane w tym stadium do momentu ich zapłodnienia lub – w warunkach doświadczalnych – sztucznej

aktywacji przy użyciu różnego rodzaju bodźców fizycznych (impulsy prądu stałego) lub chemicznych (na przykład alkohol etylowy, jonomycyna i jony Sr^{+2}). W tym stadium też są one owulowane u prawie wszystkich gatunków ssaków. Nielicznymi wyjątkami są psowate (*Canidae*), u których owulacja zachodzi w profazie I podziału mejotycznego oraz myszy szczepu Lt/Sv, których oocyty są owulowane w stadium MI. Uważa się, że wysoki poziom MPF w oocytach MII jest sterowany działaniem tak zwanego czynnika cytostatycznego (CSF – *cytostatic factor*) stabilizującego poziom regulacyjnej podjednostki MPF i zapobiegającego tym samym jego inaktywacji.

- U samców w jądrach płożów dochodzi do zablokowania podziałów mitotycznych męskich komórek rozrodczych. U człowieka, pierwsze mitozy spermatogonii pojawiają się u chłopców w wieku 10 lat, prawidłowa spermatogeneza zaczyna się dopiero około 16 roku życia. W przeciwieństwie do procesu oogenezy, w której z jednego oogonium powstaje tylko jedna haploidalna komórka jajowa, w mejotycznym procesie spermatogenezy (spermatogonium →spermatocyt I rzędu →spermatocyt II rzędu →spermatyda) powstają cztery haploidalne gamety męskie (plemniki).

Raki zarodkowe

Jednak powstanie z PKP funkcjonalnych gamet – komórek jajowych (oocytów) i plemników – nie jest, niestety, ich jedynym szlakiem rozwojowym. W pewnych przypadkach mogą być one źródłem powstawania różnego rodzaju nowotworów jajników i jąder określanych mianem nowotworów zarodkowych (GCT – *germ cell tumors*). Jest wiele rodzajów GCT (omówione one zostały dokładnie przez Clarke-Pearsona i Dawooda, 1990), jednak w tym artykule ograniczymy się jedynie do dwóch z nich: potworniaków (*teratoma*) i potworniaków złośliwych (*teratocarcinoma*). Potworniaki są guzami zbudowanymi z wielu różnych tkanek, najczęściej wymieszanych ze sobą i ułożonych chaotycznie. Czasami jednak

tkanki potworniaków wykazują bardziej zorganizowaną budowę i dochodzić w nich może również do utworzenia takich struktur jak zęby i włosy, a także narządów (lub ich zawiązków) – głównie oczu, dłoni, stóp i fragmentów tułowia (Sergi i wsp., 1999; Kuno i wsp., 2004). W takich przypadkach przypominają mogą silnie zdeformowane płody (stąd zresztą ich nazwa od greckiego słowa *teraton* czyli potwór). Uważa się, że potworniaki wywodzące się z żeńskich komórek rozrodczych są tworamipartenogenetycznym powstałymi w wyniku spontanicznej aktywacji komórki po I podziale mejotycznym. Potworniaki mogą powstawać w różnych częściach ciała, jednak stosunkowo najczęściej spotykane są w jajnikach młodych kobiet, gdzie mają formę tzw. torbieli skórzastych (*dermoid cyst*). Osiągać mogą znaczne rozmiary, stanowiąc nawet zagrożenie dla życia, jednak nie są guzami inwazyjnym i nie mają zdolności do metastazy.

Drugi ze wspomnianych wyżej dwóch rodzajów nowotworów zarodkowych – potworniak złośliwy – składa się, podobnie jak potworniak, z wielu różnych rodzajów przypadkowo rozmieszczonych komórek. Prócz tego zawiera jednak populację niezróżnicowanych komórek macierzystych określanym mianem komórek raka zarodkowego (ECs – *embryonal carcinoma cells*), z których powstają zróżnicowane komórki potworniaka.

Potworniaki złośliwe wykryto po raz pierwszy – jako rzadko spotykane spontaniczne nowotwory jąder – u myszy szczepu 129/J. Powstawanie tych nowotworów powoduje produkt genu *ter* znajdującego się w 18 chromosomie myszy. Potworniaki złośliwe występują również w jądrach u młodych mężczyzn. Nie ma, jak dotąd, przekonujących dowodów, aby nowotwory zawierające komórki EC występowały u innych, oprócz myszy i człowieka, gatunków ssaków stąd też prowadzone u myszy badania nad tymi nowotworami mają istotne znaczenie medyczne.

Komórki EC są pluripotentne i mogą się różnicować w wiele rodzajów komórek, tworząc wiele typów zróżnicowanych tkanek. Po wprowadzeniu komórek EC potworniaka pigmentowanego szczepu 129 do blastocysty szczepu albinotycznego uzyskano

urodzoną mysz (chimerę) wykazujące częściową pigmentację sierści. Uzyskano także samca chimerowego, który cechy komórek raka przekazywał potomstwu, co było dowodem zasiedlenia linii płciowej u tego osobnika przez komórki raka zarodkowego. Dokładna analiza przy użyciu biochemicznych wskaźników chimeryzmu wykazała również, że komórki raków zarodkowych wchodzić mogą w skład wszystkich tkanek somatycznych urodzonych chimer (Mintz i wsp., 1975).

Chimery uzyskać można, choć znacznie rzadziej, po wprowadzeniu do blastocyst komórek z hodowanych *in vitro* linii komórek raków zarodkowych. Stewart i Mintz (1981), po przeszczepieniu do blastocyst komórek ES z kariotypem normalnej, żeńskiej linii raka zarodkowego, uzyskali chimerowe samice, z których dwie przekazały cechy raka części urodzonego potomstwa. Oznacza to, że pewna pula oocytów tych samic pochodziła z komórek raka zarodkowego. Doświadczenia te wykazały, że oprócz różnicowania się w komórki wszystkich typów tkanek somatycznych, komórki raka zarodkowego tworzyć mogą funkcjonalne gamety żeńskie i męskie.

Macierzyste komórki zarodkowe

Pierwotne komórki płciowe mogą być również źródłem do uzyskania linii macierzystych komórek zarodkowych ES c – *embryonic stem cells*) o właściwościach bardzo podobnych do „typowych” komórek ES wyprowadzanych z węzłów zarodkowych blastocyst. Linie takich komórek, określanych w terminologii anglosaskiej jako EGC (*embryonic germ cells*) uzyskano u myszy (Matsui i wsp., 1992) oraz u człowieka (Shamblott i wsp., 1998). W tym ostatnim przypadku źródłem EGC były PKP uzyskane z listew płciowych i krezki 5–9 tygodniowych płodów usuniętych ze względu na wskazania zdrowotne.

OWULACJA I ZAPŁODNIENIE

Owulowane z jajnikowych pęcherzyków Graffa oocyty, otoczone komórkami pęcherzykowymi/ziarnistym (*follicular/granulosa cells*) wzgórka jajonośnego (*cumulus ooforus*), są wychwytywane przez strzępki lejka jajowodu i, w następstwie *coitus*, zapładniane w bańce (*ampulla*) jajowodu. Z dziesiątków, a nawet setek milionów plemników, które są po stosunku zdeponowane w pochwie, do bańki jajowodu docierają tylko nieliczne. U myszy, na przykład, jest to około 100–200 plemników.

Wnikający do komórki jajowej plemnik wnosi nie tylko męski materiał genetyczny, ale również aktywuje komórkę – „uśpioną” w metafazie II podziału mejotycznego – do dalszego rozwoju. Plemniki myszy zawierają specyficzny dla nich czynnik, a mianowicie fosfolipazę C-zeta (ζ) (PLC – *phospholipase C* ζ) wchodzącą w skład rodziny fosfolipaz C. Indukuje ona powstawanie długotrwałych oscylacji jonów wapnia Ca^{+2} (Ajduk, 2007), które są związane z naturalnym zapłodnieniem. Natomiast wspomniana już uprzednio sztuczna aktywacja oocytów MII – stosowana powszechnie w wielu badaniach eksperymentalnych, w tym w procedurach klonowania ssaków – powoduje z reguły silny, pojedynczy wyrzut jonów wapniowych. Jest on wprawdzie wystarczający do tego, aby w oocyście zaszły zjawiska związane z wczesnymi etapami aktywacji (dokończenie mejozy, wyrzucenie ziaren korowych) jednak – jak to wykazały badania wielu autorów – powtarzające się oscylacje Ca^{+2} mają zdecydowanie korzystny wpływ na dalszy rozwój zarodkowy.

Po wnikięciu plemnika wznowiony i dokończony zostaje II podział mejotyczny oocyta, czego efektem jest wyrzucenie II ciała kierunkowego. Z żeńskiej chromatyny oocyta oraz chromatyny męskiej, wniesionej przez plemnik, tworzą się dwa haploidalne jądra zygoty, określane mianem przedjądry. U większości gatunków ssaków przedjądrze męskie jest, z reguły, większe niż przedjądrze żeńskie. W czasie I cyklu komórkowego zygoty, przedjądrza rosną, zbliżają się do siebie i lokują się w centrum zygoty. Wbrew

temu, co można spotkać w niektórych opracowaniach, u ssaków nie dochodzi do połączenia się (syngamii) interfazowych przedjądrzy. Do połączenia się żeńskiego i męskiego materiału genetycznego dochodzi dopiero w czasie I podziału bruydkowania. Wyróżnicowane z obu przedjądrzy dwa zespoły chromosomów ustawiają się we wspólną płytkę metafazową.

W czasie zapłodnienia plemnik wnosi również wiele czynników, które mogą mieć istotne znaczenie dla pierwszych etapów rozwoju zarodkowego. Są to między innymi: centrosom, wiele różnych rodzajów mRNA, wiele rodzajów mikro - RNA, które nie kodują białek odgrywają natomiast prawdopodobnie istotną rolę w regulacji aktywności genów. Zdaniem Krawetza (2005) wszystkie te wnoszone przez plemnik rodzaje RNA mogą odgrywać rolę w przemodelowaniu chromatyny, tworzeniu przedjądrzy i aktywacji genomu zarodkowego.

Warto również wspomnieć, że mysz i człowiek są gatunkami, u których uzyskano najlepsze wyniki w badaniach nad wspomaganym zapłodnieniem metodą ICSI (*intracytoplasmic sperm injection*). Są to jedyne gatunki, u których ta procedura przeprowadzana jest rutynowo (u ludzi w praktyce medycznej), a odsetek urodzonego potomstwa jest stosunkowo wysoki. Wprawdzie udało się uzyskać potomstwo po ICSI u bydła, owcy i kozy, tym niemniej jednak efektywność tego zabiegu – mierzona liczbą uzyskanych blastocyst – jest niska. Co więcej, wyniki dotychczasowych badań wskazują na to, że u wielu gatunków – w przeciwieństwie do myszy i człowieka – iniekcji plemnika do oocytu musi towarzyszyć jego sztuczna aktywacja czynnikami chemicznymi bądź fizycznymi. Ponieważ plemniki *Bovidae*, przed ich wprowadzeniem do oocytu poddawane są często sonikacji, co skutkuje oderwaniem witki plemnika, nie można wykluczyć, że konieczność sztucznej aktywacji oocytów po ICSI związana jest – między innymi – z inną niż u myszy i u człowieka, dystrybucją fosfolipazy C ζ , której znaczna część może być – jak to stwierdzono u świni – może być ulokowana w witce plemnika.

OD ZYGOTY DO BLASTOCYSTY - BRUZDKOWANIE

Zygota podlega w czasie swojej wędrówki przez jajowód licznym podziałom określanym jako bruzdkowanie, które przekształcają ją ze struktury jednokomórkowej w strukturę wielokomórkową. Bruzdkowanie jest szczególnym rodzajem podziałów komórkowych, nie towarzyszy mu bowiem wzrost komórek, jak to ma miejsce w komórkach somatycznych. W miarę kolejnych podziałów bruzdkowania zarodka rozmiary komórek maleją, wzrasta natomiast stosunek objętości jądra do objętości cytoplazmy, zbliżając się pod koniec okresu bruzdkowania do wartości charakterystycznych dla komórek somatycznych. Powstające w wyniku podziałów bruzdkowania komórki potomne (blastomery) są początkowo – do stadium 8-komórkowego – identyczne, nie różnią się morfologicznie (oprócz wielkości), nie są spolaryzowane, i teoretycznie każdy z blastomerów ma zdolność utworzenia wszystkich rodzajów komórek czyli – również teoretycznie – z każdego z nich powstać może cały organizm. W stadium 8–16 komórek (w zależności od gatunku) zarodek podlega procesowi tzw. kompaktacji, której zewnętrznym objawem jest wyraźne zaokrąglenie zarodka i tak ścisłe przyleganie do siebie komórek, że praktycznie niemożliwe jest zaobserwowanie granic pomiędzy nimi. Takie przyleganie blastomerów do siebie jest – między innymi – skutkiem powstania między nimi nowego rodzaju połączeń typu złączy szczelinowych. Geometryczna analiza przestrzennej organizacji zarodka (przy założeniu, że blastomery są idealnie kuliste), pozwala stwierdzić, że w tym stadium rozwoju zarodkowego powstaje sytuacja, że część z nich zostaje całkowicie otoczona przez pozostałe blastomery i nie ma bezpośredniego kontaktu ze środowiskiem zewnętrznym. Dochodzi wtedy do polaryzacji blastomerów: w kontaktujących się ze środowiskiem zewnętrznym szczytowych częściach blastomerów pojawiają się kompleksy białek Par 3 i Par 6 (*partitioning defective*) oraz atypowej kinazy białkowej C (aPKC – *atypical protein kinase C*). Natomiast w częściach

przeciwległych do części szczytowych oraz w częściach bocznych, a więc w częściach nie mających już kontaktu ze środowiskiem zewnętrznym i kontaktujących się tylko z innymi blastomerami, lokalizują się – między innymi – takie białka jak Par 1 i E -kadheryna. Polaryzacja blastomerów jest również związana z przemieszczaniem się mikrokosmków na jeden z biegunów komórki, zmianą ich organizacji wewnętrznej, polegającej na zmianie lokalizacji jądra, organelli komórkowych, a także mikrotubul i materiału okołocentriolowego. Jest to moment, w którym zarodek (zwany w tym stadium morułą) staje się strukturą zbudowaną z dwóch rodzajów komórek – spolaryzowanych komórek zewnętrznych i niespolaryzowanych komórek wewnętrznych stykających się tylko pomiędzy sobą. Jest to prawdopodobnie „*point of no return*”, od którego zanika totipotencja przynajmniej części blastomerów, i który stanowi jednocześnie punkt wyjścia do powstania w zarodku dwóch pierwszych, odrębnych linii komórkowych o odmiennych zarówno właściwościach, jak i funkcjach, a także o odmiennym przeznaczeniu. Według wysuniętej przez Tarkowskiego i Wróblewską hipotezy „*inside-outside*” blastomery zewnętrzne są prekursorami trofoblastu, zaś blastomery wewnętrzne prekursorami węzła zarodkowego w przyszłej blastocystie (patrz niżej) (Tarnowski i Wróblewska, 1967).

Morula przekształca się w blastocystę, ostatnie stadium rozwojowe w przedimplantacyjnym rozwoju ssaków. Blastocysta jest pęcherzykiem, zbudowanym z dwóch rodzajów komórek, którego centralną część stanowi wypełniona płynem jama blastocysty. Ścianę pęcherzyka tworzy warstwa komórek zewnętrznych określanych mianem trofoblastu lub trofoektodermy (TE – *trophectoderm*). Do wewnętrznej powierzchni trofoektodermy przylega grupa komórek wewnętrznych zwanych węzłem zarodkowym (ICM – *inner cell mass*). Komórki otaczające jamę blastocysty noszą nazwę trofoblastu ściennego, natomiast komórki TE leżące nad ICM, trofoblastu biegunowego. Losy pochodnych obu tych pierwszych linii komórek zarodkowych są w dalszym rozwoju całkowicie odmienne. Z węzła zarodkowego powstaną wszystkie tkanki

przyszłego osobnika oraz większość błon płodowych, natomiast z TE, a ściślej mówiąc z intensywnie proliferujących komórek trofoblastu biegunowego, utworzy się ektoderma pozazarodkowa, z której – w dalszym rozwoju – powstanie zarodkowa część łożyska odpowiedzialna za nawiązanie kontaktu z tkankami macicy. Natomiast komórki trofoblastu ściennego przestają się dzielić po implantacji blastocysty w macicy, zachodzi w nich politenizacja, zaś one same przekształcają się w tzw. pierwotne komórki olbrzymie, które otaczają rozwijający się zarodek.

Tuż przed implantacją, u myszy jest to piąty, a u człowieka 8. dzień rozwoju, zachodzi drugi etap różnicowania komórek, który dotyczy już tylko komórek ICM. Jego efektem jest powstanie w obrębie ICM dwóch populacji komórek: pierwotnej ektodermy, czyli epiblastu (EPI – *epiblast*) zlokalizowanej wewnątrz ICM oraz podścielającej ją od strony jamy blastocysty entodermy pierwotnej (PrE – *primitive endoderm*) czyli hipoblastu. Z epiblastu powstaną wszystkie tkanki somatyczne oraz komórki linii płciowej, część błon płodowych (owodnia i omocznia), natomiast z entodermy pierwotnej utworzy się endoderma proksymalna otaczającą ICM (w dalszym rozwoju wejdzie ona w skład pęcherzyka zarodkowego) oraz wyścielającą pozostałą część jamy blastocysty endoderma dystalna. Powstawanie TE i ICM jest związane z aktywnością specyficznych czynników transkrypcyjnych. Powstanie TE jest regulowane przez białko CDX2. Ekspresja genu *Cdx2* rozpoczyna się w stadium 8-komórkowym i jest, w miarę rozwoju, ograniczana początkowo do zewnętrznych komórek moruli, a następnie – już w blastocyście – tylko do komórek trofektodermy. Jednym z najważniejszych genów regulujących powstanie ICM jest *Oct4*, którego ekspresja jest stwierdzana we wszystkich komórkach zarodka w okresie bruzdkowania, a następnie, między innymi, pod wpływem CDX2, jest ograniczona – w momencie powstawania blastocysty – tylko do komórek wewnętrznych tworzących przyszły ICM.

ROZWÓJ DETERMINACYJNY CZY REGULACYJNY - OTO JEST PYTANIE

Jednym z podstawowych problemów dotyczących rozwoju ssaków jest wyjaśnienie czy rozwój ssaków ma charakter determinacyjny (mozaikowy) – regulowany przez różne determinanty, jak to ma miejsce w rozwoju na przykład *Caenorhabditis*, muszki owocowej, płazów i jeźowców, czy też regulacyjny – co było do tej pory obowiązującym dogmatem w odniesieniu do ssaków. Oocyty bardzo wielu gatunków zwierząt, w tym również kręgowców, wykazują wyraźną polaryzację będącą efektem segregacji w cytoplazmie różnego rodzaju determinant/czynników pochodzenia matczynego. Rozmieszczenie tych czynników determinuje zarówno organizację struktury przestrzennej rozwijającego się zarodka (tworzenie osi przednio-tylnej oraz strony grzbietowej i brzusznej), a także determinuje tworzenie określonych linii komórkowych. U ssaków nie ma, jak do tej pory, wyraźnych dowodów na istnienie jakichkolwiek determinant powodujących polaryzację oocytu. Jednak zdaniem niektórych autorów w zygocie zawarte są pewne informacje, które określają i wyznaczają wzorzec rozwoju zarodka. Według nich czynnikami, które wyznaczają płaszczyznę I podziału bruzdkowania może być miejsce wnikięcia plemnika (SEP – *sperm entry position*), położenie II ciała kierunkowego, konfiguracja ułożenia przedjądrzy, czy wreszcie kształt osłonki przejrzystej.

Rozwój determinacyjny?

Zdaniem Piotrkowskiej i Żernickiej-Goetz (2001) oraz Plusy i wsp. (2002), SEP wyznacza przestrzenną organizację rozwijającego się zarodka, w tym płaszczyznę I podziału bruzdkowania. Blastomer, który „odziedziczył” SEP dzieli się szybciej niż blastomer siostrzany. Większość powstałych z niego komórek wchodzi w skład zarodkowej części blastocysty, natomiast potomstwo blastomeru, który podzielił się później preferencyjnie zasiedla część odzarodkową. Ich zdaniem, II ciało kierunkowe nie zmienia

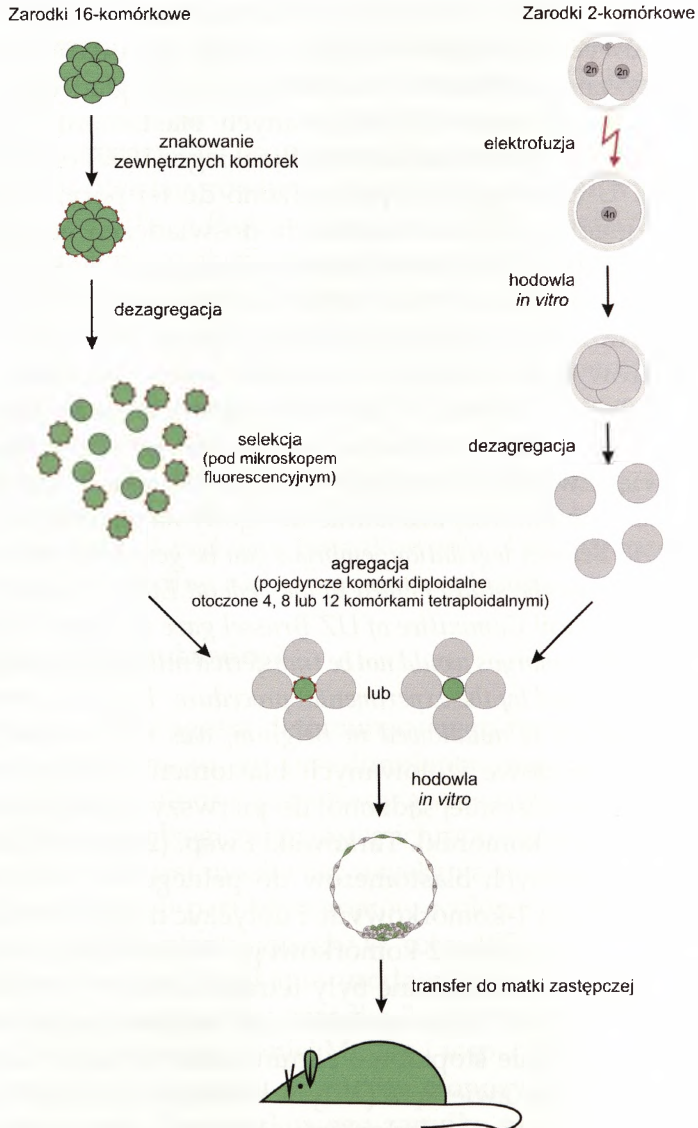
swojego położenia podczas bruzdkowania i w blastocyście ulokowane jest zwykle na granicy części zarodkowej (zawierającej ICM i TE biegunową) i odzarodkowej (zbudowanej z TE biegunowej), co potwierdzałoby hipotezę, że płaszczyzna I podziału bruzdkowania jest prostopadła do osi zarodkowo-odzarodkowej. Płusa i wsp. (2005) uważają również, że pierwszy podział wyznacza oś przyszłego zarodka, a Piotrowska i wsp. (2001) twierdzą także, że losy dwóch pierwszych blastomerów są różne i zdeterminowane już w tym stadium. Jednak zdaniem innych badaczy SEP nie ma wpływu na kierunek płaszczyzny I podziału (Davies i Gardner, 2002; Motosugi i wsp., 2005), a losy obu blastomerów zarodka 2-komórkowego nie są w żaden sposób zdeterminowane do preferencyjnego zasiedlania ICM i TE. (Chroscicka i wsp., 2004; Waksmundzka i wsp., 2006). Również, zdaniem Hiiragiego i Soltera (2004), położenie II ciała kierunkowego nie może być wyznacznikiem płaszczyzny I podziału bruzdkowania. Tym wyznacznikiem jest natomiast – według nich – wzajemne ułożenie przedjądrzy.

Czy też rozwój regulacyjny?

Niezależnie od sugestii determinacyjnego rozwoju ssaków jest wiele dowodów na to, że przedimplantacyjne zarodki ssaków wykazują duże zdolności przystosowawcze oraz „odporność” na różnego rodzaju zabiegi zaburzające ich przestrzenną organizację. Pierwszym z nich jest możliwość uzyskania urodzonych zwierząt z pojedynczych (lub par) blastomerów izolowanych z wczesnych zarodków przedimplantacyjnych. W roku 1959 Tarkowski wykazał, że możliwe jest uzyskanie urodzonych myszy po zniszczeniu jednego z blastomerów zarodka 2-komórkowego (Tarkowski 1959). W kilkanaście lat później Mullen i wsp. (1970) oraz Tsunoda i McLaren (1983) wykazali, uzyskując monozygotyczne bliźnięta, że oba blastomery 2-komórkowego zarodka myszy mają te same, pełne potencje rozwojowe. Urodzone zwierzęta uzyskano z pojedynczych blastomerów izolowanych ze stadiów 4-komórkowych (królik, koza, owca, bydlę i koń), jak i ze stadiów 8-komórkowych

(królik, owca, bydło). Z izolowanych blastomerów stadiów 2-, 4-, i 8-komórkowych uzyskano również u wielu gatunków zwierząt monozygotyczne wieloraczki. Dokładniejszy przegląd danych na temat potencji rozwojowych izolowanych blastomerów ssaków znaleźć można w opracowaniach Modlińskiego (1997) oraz Suwińskiej (2012). U człowieka nie prowadzono do tej pory, ze zrozumiałych względów etyczno-moralnych, doświadczeń nad uzyskiwaniem zarodków i potomstwa monozygotycznego. Jednak cztery lata temu Van de Velde i wsp. (2008) przeprowadzili kontrowersyjne, naszym zdaniem, doświadczenie, w którym ze wszystkich 4 blastomerów izolowanych z 4-komórkowych zarodków człowieka, uzyskanych metodą ICSI (*intracytoplasmic sperm injection*), otrzymali 4 prawidłowo wykształcone monozygotyczne blastocyty, stanowiące w istocie zarodkowy klon człowieka. Podajemy, *in extensor* i bez komentarza, uzasadnienie zgody na ten eksperyment: „According to Belgian legislation, embryos can be generated for research purposes as long as the study is filed to the Federal Ethical Committee on Embryos. The Ethical Committee of UZ Brussel gave its approval for this project because the embryos would not be transferred into a uterus and would therefore be destroyed by the experimental procedure. Therefore, reproductive cloning, which is not allowed in Belgium, was not an issue here.”

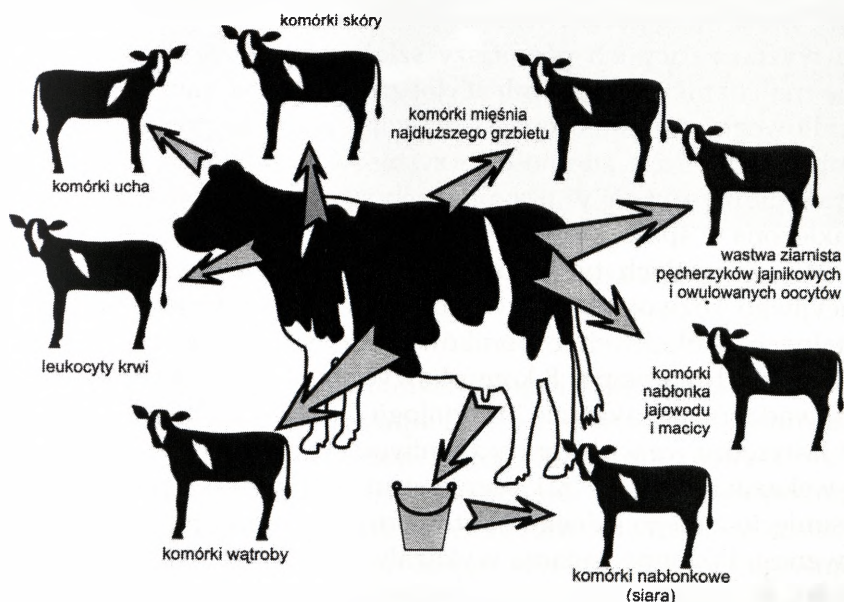
Potencje rozwojowe izolowanych blastomerów nie są jednak ograniczone (jak wcześniej sądzono) do pierwszych trzech stadiów rozwojowych (2–8 komórek). Tarkowski i wsp. (2010) wykazali, że zdolności izolowanych blastomerów do pełnego rozwoju zachowane są w stadium 1-komórkowym, i dotyczyć mogą również części blastomerów zarodka 32-komórkowego. W doświadczeniu tym izolowane blastomery otaczane były tetraploidalnym, tzw. blastomerami nośnikowymi, które spełniały rolę wspomagającą rozwój, i które były następnie stopniowo eliminowane z tkanek zarodka. Uzyskano urodzone zwierzęta (w tym bliźnięta, trojaczki i czworaczki) z indywidualnych blastomerów zewnętrznych i wewnętrznych zarodka 16-komórkowego pochodzących oraz sporadycznie z blastomerów zarodka 32-komórkowego. Schemat tego doświadczenia pokazany jest na Ryc. 2. Wyniki te świadczą wyraźnie o tym,



Ryc. 2. Potencje rozwojowe izolowanych blastomerów 16-komórkowego zarodka myszy Wg Tarkowskiego i wsp. 2010, *Developmental Biology* 348:190-198 (zmodyfikowany).

że u myszy do stadium wczesnej blastocysty losy przynajmniej niektórych blastomerów nie są jeszcze zdeterminowane, pomimo tego, że dochodzi w nich już do ekspresji markerów pierwszego etapu różnicowania komórkowego.

Należy jednak pamiętać, że potencje rozwojowe izolowanych blastomerów nie są równoznaczne z potencjami jąder komórkowych. W procedurach klonowania metodą transplantacji jąder komórkowych do enukleowanych (wyjądrzonych) oocytów MII uzyskano urodzone zwierzęta zarówno po transferze jąder komórek ICM, jak i jąder komórek płodowych oraz komórek pochodzących z wielu typów tkanek somatycznych (Ryc. 3).

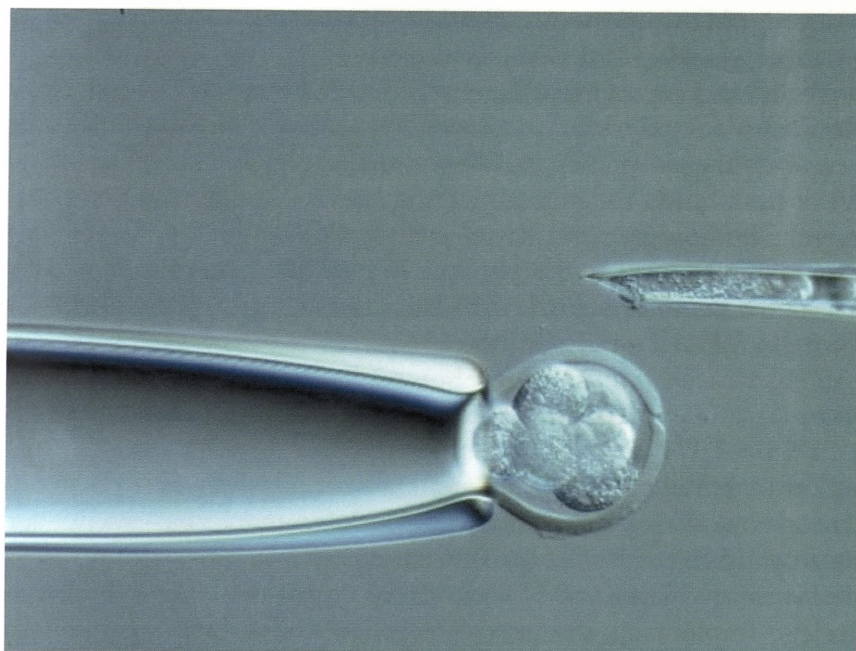


Ryc. 3. Klony bydła uzyskane po transferze do enukleowanych oocytów jąder komórek noworodków i dorosłych osobników. Przedstawione na rycinie liczby osobników nie reprezentują rzeczywistych liczebności uzyskiwanych klonów - w rzeczywistości są one w wielu przypadkach znacznie większe. [J.A. Modliński, 1997 - „Zdolności rozwojowe komórek i jąder komórkowych ssaków - klonowanie. W: „Molekularne mechanizmy rozwoju zarodkowego” (red. H. Krzanowska, W. Sokół-Misiak) Wydawnictwo Naukowe PWN str. 346-404.]

Kolejnym dowodem na regulacyjny rozwój zarodków ssaków są zwierzęta chimerowe uzyskane metodą agregacji dwóch lub więcej zarodków. Zwierzęta takie (myszy) uzyskali po raz pierwszy – niezależnie od siebie – Tarkowski (1961) i Mintz (1962). Mimo, że po agregacji bruzdkujących zarodków powstają olbrzymie blastocysty, to ich rozwój po przeszczepieniu do macicy zostaje uregulowany i rodzą się chimerowe zwierzęta o normalnej masie ciała, których tkanki zbudowane są z komórek pochodnych blastomerów agregowanych zarodków.

W świetle tych wszystkich badań trudno w tej chwili jednoznacznie stwierdzić, jaki charakter ma rozwój zarodka ssaków: determinacyjny, czy regulacyjny? Naszym zdaniem jednak istnieć może w zygocie i wczesnym zarodku jakiś rodzaj informacji wyznaczający ich późniejszy szlak rozwojowy. Informacja ta nie ma charakteru determinacyjnego i dotyczyć może tylko prawidłowego, nie zakłóconego rozwoju. Zarodki posiadają prawdopodobnie duże zdolności przystosowawcze umożliwiające im prawidłowy rozwój w przypadkach jeśli ich organizacja zostanie zakłócona w sposób naturalny lub sztuczny.

We wszystkich tych doświadczeniach wyznacznikiem regulacyjnego rozwoju zarodków było uzyskanie urodzonych normalnych i płodnych osobników. Jednak badania na myszach uzyskanych po biopsji 8-komórkowych zarodków (Ryc. 4) – przeprowadzone w Zakładzie Embriologii Doświadczalnej IGiHZ PAN w Jastrzębcu we współpracy z Uniwersytetem w Teramo (Włochy) – wskazują na to, że zakłócenie struktury zarodka polegające na usunięciu z niego jednego blastomeru, może mieć poważne konsekwencje. Wstępne badania wykazały, że w blastocystach powstałych z zarodków poddanych biopsji poziom ekspresji niektórych imprintowanych genów (*Snrpn*, *Peg1* and *Ube3a*) jest wyraźnie obniżony w porównaniu do poziomu stwierdzonego w blastocystach kontrolnych. Co więcej, badania behawioralne przeprowadzone na dużej liczbie urodzonych zwierząt przy użyciu standardowych testów (test otwartego pola, test podniesionego labiryntu plus oraz test podwieszonego ogona) wykazały wyraźnie, że zwierzęta



Ryc. 4. Biopsja 8-komorkowego zarodka myszy. Z zarodka usuwany jest mikrochirurgicznie jeden blastomer (fot. F. Zacchini).

uzyskane z zarodków poddanych biopsji wykazywały wzrost aktywności lokomocyjnej i eksploracyjnej oraz wzrost zachowań lękowych ($P < 0,05$). Natomiast wzrost zachowań depresyjnych w teście podwieszonego ogona stwierdzono wyłącznie u potomstwa płci żeńskiej ($P < 0,001$). Stwierdzono również, że myszy wywodzące się z zarodków po biopsji wykazywały, w porównaniu do zwierząt kontrolnych, zwiększoną masę ciała, a różnice w tempie przyrostu masy stawały się coraz bardziej wyraźne od 10. dnia rozwoju postnatalnego. Jednak u dorosłych zwierząt, różnice w masie ciała stwierdzono tylko u samców. Nie stwierdzono natomiast wpływu biopsji na masę narządów wewnętrznych. Ogólne zwiększenie masy ciała jest więc prawdopodobnie efektem zwiększonego odkładania tłuszczu, co wskazywać by mogło na

przeprogramowanie w wyniku biopsji systemu równowagi energetycznej u zwierząt doświadczalnych.

Ponieważ biopsja bruzdkujących zarodków człowieka jest, obok biopsji trofoektodermy i amniocentezy, jedną z metod prenatalnej diagnostyki genetycznej (PGD – *prenatal genetic diagnosis*), uzyskane przez nas wyniki mogą mieć istotne znaczenie dla oceny ewentualnych skutków stosowania tej metody PGD. Według naszej wiedzy, żadne badania nad wpływem biopsji blastomerów na rozwój dzieci urodzonych z takich zarodków nie były przeprowadzone.

BLASTOCYSTA – I CO DALEJ ?

Zarodek ssaka, po osiągnięciu stadium blastocysty i po przejściu z jajowodu – poprzez cieść jajowodowo-maciczną – wydostaje się z osłonki przejrzystej [proces ten nazywany jest wykluwaniem się (*hatching*) blastocysty] i dostaje się do macicy, gdzie dochodzi do jego implantacji, utworzenia ścisłego kontaktu z organizmem macicznym umożliwiającego jego dalszy (poimplantacyjny) rozwój, którego efektem jest powstanie i rozwój płodu, a następnie narodziny nowego osobnika.

Poliembrionia

W stadium blastocysty dochodzi spontanicznie u niektórych gatunków ssaków, w tym również u człowieka, do samoistnego klonowania zarodków, określanego mianem poliembrionii. Zjawisko poliembrionii występuje szczególnie często u owadów z rodziny gąsieniczników, u których z jednego zarodka powstaje kilkaset osobników potomnych. U ssaków jest to zjawisko znacznie radsze, tym niemniej jednak bliźnięta jednojajowe (klony zarodkowe) pojawiają się u wielu gatunków, a jednojajowe (monozygotyczne) wieloraczki rodzą się regularnie u dwóch gatunków pancerników (*Dasypodidae*) z rodzaju *Dasypus*. U pancernika peba (*Dasypus novemcinctus*) z jednego zarodka w stadium blastocysty w wyniku

podziału tarczki zarodkowej powstają cztery osobniki natomiast u innego gatunku – *Dasypus hybridus* – w wyniku tego procesu rodzi się w każdym miocie od 8 do 12 identycznych genetycznie osobników, co jest prawdopodobnie najliczebniejszym klonem, jaki może powstać spontanicznie u ssaków. U człowieka powstawanie jednojajowych (monozygotycznych) klonów zarodkowych nie jest również zjawiskiem odosobnionym. Bliźnięta jednojajowe są oczywiście najczęstsze: 3–4 na 1000 porodów. Liczebniejsze klony są znacznie rzadsze, a częstotliwość ich pojawiania się zależy, co jest zaskakujące, w dużym stopniu od rejonu świata. W ostatnich latach, z bliżej nieznanых powodów obserwuje się rosnącą częstotliwość narodzin monozygotycznych bliźniąt w USA, na przykład, odsetek bliźniąt monozygotycznych wzrósł o 76% od 2001 r. do 2010 r. Największy odsetek bliźniąt monozygotycznych (ponad 30 na 1000 porodów) występuje u plemienia Yuruba (Wschodnia Afryka) prawdopodobnie na skutek powszechnego spożywania pochodzących z roślin rodzaju produktów zwanych *yam* i zawierających ogromne ilości fitoestrogenów.

Monozygotyczne trojaczki pojawiają się u ludzi z częstotliwością 11–28 na 1 000 000 porodów, zaś czworaczki jednojajowe z częstotliwością 3–4 na 10 000 000 porodów. Dotychczas potwierdzono naukowo tylko jeden przypadek pięcioraczek jednojajowych. Były to siostry Dionne urodzone w Kanadzie w połowie lat trzydziestych ubiegłego wieku siostry Dionne urodziły się dwa miesiące przed terminem. Jeszcze jako niemowlęta odebrano je rodzicom, a ich wychowaniem zajmowali się naukowcy. Dzieci, decyzją królewskiego dekrety „*Dionne Quintuplets Guardianship Act, 1935*” umieszczone na specjalnej farmie „Quintland” stały się największą, obok wodospadu Niagara, atrakcją turystyczną tego regionu. Dzięki pieniądзом, pozostawionym przez ciekawskich turystów, Ontario wyszło z kryzysu ekonomicznego, zarabiając na nich ok. 1.5 miliarda dolarów. Siostry Dionne nie otrzymały z tego ani jednego centa.

Siostry Dionne były i prawdopodobnie są nadal, najliczebniejszym klonem człowieka, o którym wiemy. Mechanizm powstawa-

nia monozygotycznych bliźniąt i wieloraczków u człowieka nie jest jasny i stanowi ciągle przedmiot spekulacji i kontrowersji pomiędzy lekarzami i biologami. Uważa się wprawdzie, że większość bliźniąt/wieloraczków monozygotycznych powstaje prawdopodobnie w wyniku podziału węzła zarodkowego lub wczesnej tarczki zarodkowej, jednak zdaniem niektórych autorów podział ten zachodzić może również na nieco wcześniejszych, jak i późniejszych stadiach rozwojowych. Przyjmuje się, że w zależności od stadium rozwojowego zarodka, w którym zachodzi jego podział, zależny jest stopień „zespoleń” powstających płodów. Jeżeli podział ten nastąpi przed stadium blastocysty (3–4 dzień rozwoju) to płody będą miały osobne kosmówki i osobne owodnie; jeśli zajdzie stadium blastocysty (4–8 dzień), to będą one miały jedną wspólną kosmówkę i osobne owodnie. Jeśli natomiast podział zajdzie w okresie implantacji lub tuż po nim (8–13 dzień) zarówno kosmówka, jak i owodnia będą już wspólne dla rozwijających się płodów. Podział tarczki zarodkowej w okresie późniejszym (po 13 dniu rozwoju) skutkuje powstaniem bliźniąt/wieloraczków „syjamskich” o różnym stopniu zespoleń ciała i narządów wewnętrznych. W niektórych opracowaniach medycznych spotkać można również inną dość kontrowersyjną – z punktu widzenia biologii rozwoju – sugestię powstawania jednojajowych, lecz nie w pełni monozygotycznych, bliźniąt. Zdarza się, chociaż rzadko, że w wyniku nieprawidłowego przebiegu II podziału mejotycznego powstają dwie, tej samej wielkości komórki. Jedną z nich jest oocyt (o zredukowanej objętości), drugą zaś II ciało kierunkowe, o objętości znacznie powiększonej. Jeżeli doszłoby do zapłodnienia obu tych komórek dwoma plemnikami, (co jest możliwe), to w teorii z każdej takiej zapłodnionej połówki oocyty mógłby rozwinąć się zarodek, a nawet powstać normalny organizm. Oba jednak zarodki musiałyby się rozwijać niezależnie w obrębie jednej osłonki przejrzystej. Taki niezależny rozwój jest jednak mało prawdopodobny, bardziej prawdopodobne jest wymieszanie się komórek obu zarodków i powstanie jednego, w pewnym sensie, chimerowego zarodka. Zarodki mogłyby się oczywiście rozwijać

niezależnie poza osłonką przejrzystą. Jest to jednak całkowicie niemożliwe. Jak wykazały badania Modlińskiego (1970), obecność osłonki (do stadium kompaktacji) jest absolutnie konieczna do rozwoju zarodków ssaków *in vivo*.

Diapauza zarodkowa

Schemat rozwoju, w którym zarodek bezpośrednio po osiągnięciu stadium blastocysty implantuje się w macicy nie jest jednak powszechnie obowiązujący u ssaków, być może nie jest również obowiązujący u naczelnych, w tym także u człowieka. U wielu bowiem gatunków zwierząt rozwój zarodkowy zostaje - na różny okres - zatrzymany. Czasowe zatrzymanie rozwoju zarodkowego określane jest mianem diapauzy zarodkowej (ED - *embryonic diapause*). Diapauza zarodkowa jest wysoce użytecznym zjawiskiem kiedy rozwój zarodka, a u ssaków dodatkowo narodziny potomstwa, są z różnych powodów zagrożone. U zwierząt ED jest zjawiskiem często spotykanym wśród owadów, ryb, ptaków. Choć u ssaków ED stwierdzono tylko u mniej niż 2% spośród około 5500 znanych gatunków, tym niemniej jednak zjawisko to występuje w siedmiu najliczniejszych rzędach należących do podgromad *Metatheria* (ssaki niższe) i *Eutheria/Placentalia* (ssaki łożyskowe). Wśród tych podgromad ED opisano w siedmiu najbardziej licznych rzędach, a mianowicie u: torbaczy (*Marsupialia*), owadożernych (*Insectivora*), gryzoni (*Rodentia*), nietoperzy (*Chiroptera*), szczerbaków (*Edentata*), drapieżnych (*Carnivora*) i parzystokopytnych (*Artiodactylia*). Nie ma natomiast pewności, czy diapauza zarodkowa występuje również u naczelnych (w tym także u człowieka) ponieważ nieprzewodzone były pod tym kątem żadne poważniejsze badania. U ssaków zjawisko diapauzy zarodkowej zachodzi w stadium blastocysty i jej następstwem jest opóźniona implantacja blastocysty w macicy. Diapauza jest wywoływana przez matkę (Renfree, 1973, Renfree i Shaw, 2000) jako skutek braku bodźca ze strony macicy stymulującego implantację (Psychoyos, 1973). Niezależnie od gatunku i typu diapauzy zarodko-

wej (patrz niżej) cechą wspólną blastocyst, które weszły w stan diapauzy jest zatrzymanie proliferacji komórek, redukcja metabolizmu komórkowego, wzrost autofagii, a także przypuszczalnie naprawa uszkodzeń DNA. Przyczyny, które mogą wywoływać ED są różnorakie, uważa się jednak, że głównymi z nich są: wysoka lub niska temperatura otoczenia, stres społeczny (*social stress*) matek, stłoczenie zwierząt (*overcrowding*) lub obecność obcych samców, niedostatek pokarmu, niedojrzałość płciowa, a także ciążą połączoną z intensywną laktacją. Wyróżniane są dwa rodzaje diapauzy zarodkowej – diapauza fakultatywna i obligatoryjna. Pierwsza z nich występuje głównie u gryzoni (jako jedyna forma ED) oraz owadożernych i jest związana przede wszystkim z laktacją w okresie kiedy doszło u matki do owulacji i zapłodnienia w ruji bezpośrednio *post-partum* (czego efektem są niedostateczne rezerwy energetyczne matki w okresie jednoczesnej ciąży i laktacji) lub też ze stłoczeniem zwierząt i obecnością obcych samców. Nie występuje ona oczywiście u wszystkich samic – większości z nich ciąża przebiega normalnie. Diapauza fakultatywna trwa od kilku do kilkunastu dni.

Według Sandella (1990) u wszystkich innych gatunków, u których diapauza zarodkowa występuje, ma ona charakter diapauzy obligatoryjnej, to znaczy, że jest związana z każdą ciążą. Ta forma diapauzy występuje głównie u gatunków żyjących w ostrym klimacie, o silnie zaznaczonych różnicach pór roku (np. w Polsce), u których poród – przy normalnej długości ciąży – miałby miejsce w okresie późnej jesieni lub zimy, a więc w wyjątkowo niesprzyjających warunkach stwarzających poważne ryzyko dla odchowania potomstwa (Sandell, 1990). Diapauza obligatoryjna trwać może od kilku do nawet 300 dni. Sandell (1990) i Mead (1993) uważają, że diapauza zarodkowa była zjawiskiem szeroko rozpowszechnionym w epoce lodowcowej u przodków obecnie żyjących ssaków, zaś Vogel (1984) sugeruje również, że jest ona (zwłaszcza diapauza fakultatywna) „wspomnieniem” dawnej strategii rozwoju ssaków. Obligatoryjna diapauza zarodkowa jest zjawiskiem dość tajemniczym i jak słusznie twierdzi Pavine Lefevre (2011) „*the enigma of*

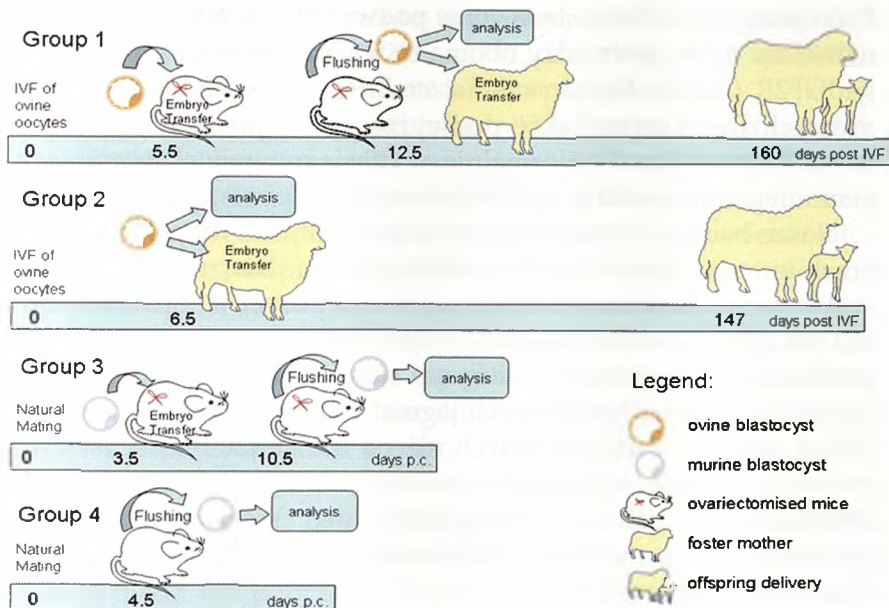
obligate embryonic diapause has fascinated researchers since the discovery of the phenomenon more than 100 years ago".

Obecnie diapauza zarodkowa jest z całą pewnością zjawiskiem mniej powszechnym niż była kiedyś, co jest związane z tym, że wiele gatunków, u przodków których ED zapewne występowała, żyje w łagodnych, sprzyjających warunkach klimatycznych. U parzystokopytnych, na przykład, występuje ona jedynie u sarny (*Capreolus capreolus*), u której ED trwa ponad 150 dni (5 miesięcy). Dzięki temu ciąża jest wydłużona do 9 miesięcy (ruja u sarny jest na przełomie wiosny/lata), a poród ma miejsce wiosną, czyli w warunkach optymalnych.

Jednak pojęcie obligatoryjnej diapauzy nie jest tak „sztywne”, jak się powszechnie uważa. U wielu gatunków jest ona zjawiskiem zmiennym. U tych gatunków łasicowatych (*Mustelidae*), u których ED występuje stwierdzono, że jej długość jest zależna od wielu czynników, takich jak środowisko, zmiany temperatury i liczebność miotu. Co więcej, jej występowanie jest, w pewnych przypadkach, ograniczone wyłącznie do izolowanych geograficznie podgatunków (Mead, 1993). Również u sarny stwierdzono przypadki braku ED w czasie ciąży. Dlatego też – naszym zdaniem – termin „diapauza obligatoryjna” może nie być terminem właściwym. Zmienność trwania obligatoryjnej ED (a nawet jej brak) sugeruje, że czynniki ekologiczne mogą w istotny sposób determinować przebieg tego zjawiska. (Thom i wsp., 2004), co utrudnia tym samym klasyfikację gatunków jako diapauzujące lub nie diapauzujące. Jednak rosnąca w ostatnich latach liczba gatunków, u których stwierdzono występowanie diapauzy zarodkowej świadczy o tym, że jest to jedno z podstawowych zjawisk związanych z rozwojem i rozrodem ssaków (Renfree, 2000). Tym niemniej jednak, do chwili obecnej nadal powszechnie przyjętą teorią jest niezależna ewolucja tego zjawiska u różnych taksonomicznie grup ssaków (m.in.: Lopes i wsp., 2004). Na podstawie naszych wcześniejszych (niepublikowanych) badań sformułowaliśmy inną hipotezę sugerującą, że diapauza zarodkowa może być zjawiskiem ewolucyjnie konserwatywnym. Jeśli istotnie tak jest, to powinno być możliwe jej wywołanie

u gatunków nie diapauzujących, takich jak, na przykład, zwierzęta gospodarskie. Aby potwierdzić tę hipotezę, badaliśmy czy blastocysty owcy, która jest gatunkiem nie diapauzującym mogą wejść w diapauzę po ich przeszczepieniu do odpowiednio przygotowanych myszy. Myszy te były w ciąży rzekomej, a warunki diapauzalne w ich macicach uzyskane zostały w wyniku owariektomi (usunięcia jajników) i podawania progesteronu. Schemat doświadczenia pokazany jest na Ryc. 5. Grupy doświadczalne (1 i 3) obejmowały zarówno międzygatunkowe (owca→mysz; grupa 1), jak i wewnątrzgatunkowe (mysz→mysz; grupa 3) transfery blastocyst. W grupie 1 wczesne blastocysty owcze przeszczepiono do diapauzalnych macic myszy, zaś w grupie 3. do macic takich wprowadzane były blastocyty mysie. Po 7 dniach macice zostały przepłukane - uzyskano 21% żywych blastocyst owczych i 49% żywych blastocyst mysich. Żywotność tych blastocyst potwierdzona została ich re-ekspansją po 1-2 godz. hodowli *in vitro*. Ani jedna z wypłukanych blastocyst owczych nie uległa wydłużeniu (co jest charakterystyczne w rozwoju zarodkowych przeżuwaczy). Również ich wielkość - mierzona średnicą ich osłonek przejrzystych - nie uległa zmianie podczas pobytu w macicach myszy. W przeciwieństwie do blastocyst grup kontrolnych obejmujących blastocysty owcy hodowane *in vitro* (Ryc. 5; grupa 2) oraz blastocysty mysie uzyskane z myszy po naturalnym pokryciu (Ryc. 5; grupa 4), w których stwierdzono wysoki poziom syntezy DNA, w blastocystach obu grup doświadczalnych replikacja DNA była zahamowana, co zmierzono metodą włączania BRdU. Również odsetek martwych komórek był w diapauzalnych blastocystach owczych wyraźnie mniejszy niż blastocystach grup kontrolnych.

Wykazano również różnice w ekspresji markerów diapauzy zarodkowej pomiędzy zarodkami diapauzalnymi i nie diapauzalnymi. W diapauzalnych blastocystach owczych stwierdzono obniżoną ekspresję genów odpowiedzialnych zarówno za proliferację komórek (PCNA; *Proliferating Cell Nuclear Antigen*), jak i przekazywanie sygnałów (HB-EGF; *Heparin-binding EGF-like growth factor*), natomiast ekspresja genu BTG1(*B-cell Translocation Gene 1*)



Ryc. 5. Schemat doświadczenia nad wywoływaniem diapauzy zarodkowej w blastocystach owcy w wyniku ich przeszczepienia do owariektomowanych myszy będących w 2.5 dniu ciąży rzekomej. Po wypłukaniu diapauzalnych blastocyst owczych z macic myszy poddawane były one albo analizie morfologicznej i molekularnej lub też – w celu uzyskania urodzonych jagniąt – przeszczepiane do samic biorczyń 6 dni po stwierdzeniu u nich rui. Czasy podane na schemacie dotyczą wieku zarodków.

Z: Ptak G.E., Tacconi E., Czernik M., Toschi P., Modliński J.A., Loi P. (2012) Embryonic diapause is conserved across mammals. *PLoS One* 7(3): e33027.doi:10.1371/journal.pone.0033027.

Objaśnienia:

IVF of ovine oocytes – zapłodnienie *in vitro* oocytów owczych

Embryo transfer – przeszczepianie zarodków

Flushing – wypłukiwanie zarodków

Days post IVF – dni po zapłodnieniu *in vitro*

Natural mating – naturalne krycia

Days pc- dni *post coitus*

hamującego proliferację była silnie podwyższona. Nie stwierdzono natomiast różnic pomiędzy oboma rodzajami blastocyst w ekspresji IGF2R (*Insulin-like Growth Factor 2 Receptor*). W blastocystach owczych stwierdzono także podwyższoną ekspresję CB1 (*Cannabinoid Receptor Type 1*). Normalnie, w czasie rozwoju ekspresja tego genu ulega obniżeniu przed implantacją (Ptak i wsp., 2012).

Nasze badania wykazały, po raz pierwszy, że diapauza zarodkowa jest zjawiskiem w pełni odwracalnym. Diapauzalne blastocysty owcze wznawiały wzrost *in vitro* (w nawet w lepszym stopniu niż blastocysty kontrolne), wykluwały się z osłonek, a po ich przeszczepieniu do samic biorczyń uzyskano urodzone jagnięta. Co więcej, odsetek urodzonych jagnięt był większy po przeszczepieniu blastocyst diapauzalnych niż po transferze blastocyst kontrolnych. Długość ciąży była praktycznie taka sama w grupie doświadczalnej, jak i w grupie kontrolnej). Wszystkie urodzone jagnięta miały prawidłową okołourodzeniową masę ciała i były całkowicie zdrowe.

Nasze badania wykazały, po raz pierwszy, że zarodki gatunku nie diapauzującego (owca) mogą wejść w diapauzę, co sugeruje, że jest ona podstawowym, ewolucyjnie konserwatywnym zjawiskiem (a nie dodatkowo/wtórnie nabytym przez gatunki diapauzujące), które jednak nie jest obecnie przez wiele gatunków wykorzystywane gdyż jest po prostu zbędne. Stawia to, tym samym, pod znakiem zapytania obowiązującą obecnie teorię o niezależnym pojawieniu się i ewolucji tego zjawiska u różnych gatunków ssaków i otwiera jednocześnie nowe perspektywy dla biologii rozwoju i ewolucji.

Jeżeli diapauza zarodkowa może wystąpić u wszystkich gatunków ssaków, może mieć to istotne implikacje medyczne w odniesieniu do ciąży u człowieka. Uważamy więc, że ważne jest wyjaśnienie czy diapauza zarodkowa może wystąpić również w zarodkach ludzkich.

U człowieka, w większości przypadków pomyślnie przebiegających ciąż, blastocysty implantują się 8–10 dni po owulacji. Jednak odsetek wczesnych poronień (*early pregnancy loss*) wzrasta

wraz z opóźnieniem momentu implantacji – 13% – 9 dzień; 26% – 10 dzień; 52% – 11 dzień; 82% – po 11. dniu (Wilcox i wsp., 1999). Jest jednak potwierdzone doniesienie o pomyślnej ciąży, w której implantacja blastocysty opóźniona była o 5 tygodni (Grinstead & Avery, 1996). U zwierząt, ED jest najczęściej konsekwencją stresu fizjologicznego (fotoperiod, temperatura, laktacja itp.) natomiast rzadko jest ona skutkiem stresu psychicznego. U człowieka natomiast opóźnioną implantację (*delayed implantation*) – terminologia medyczna unika „jak ognia” stosowania terminu diapauza zarodkowa w odniesieniu do rozwoju człowieka – traktowaną jako zjawisko negatywne przypisuje się głównie stresom psychicznym, a także paleniu (nikotyna, marihuana) (Day i wsp., 2004; Campagne i wsp., 2006; Jukic i wsp., 2011). Jednak wszystkie wspomniane wyżej stresory, zarówno fizjologiczne, jak i psychiczne, działają bądź poprzez oś podwzgórze – przysadka – gonada (HPG – *hypothalamic-pituitary-gonadal axis*) zmieniając receptywność macicy, bądź też poprzez oś podwzgórzowo-przysadkowo-nadnerczową (HPA – *hypothalamic-pituitary-adrenal axis*) bezpośrednio blokując receptywność macicy (Day i wsp., 2004; Campagne i wsp., 2006; Kondoh i wsp., 2009). Analiza wpływu anandamidu (AEA) – endogennego kannabinoidu wykrytego w wyniku badań nad działaniem Δ^9 -tetrahydrokannabinolu (aktywnego składnika marihuany) na przebieg ciąży u myszy i człowieka – wykazała, że o ile w niskich stężeniach wpływa on korzystnie na podtrzymanie ciąży, o tyle w stężeniach wysokich (co stwierdzono w nie-receptywnych macicach) powoduje on opóźnienie implantacji (Day i wsp., 2004). Jak wykazały wcześniejsze badania członków naszego zespołu (Turco i wsp., 2008) wysoki poziom AEA powoduje – zarówno u gatunków diapauzujących (mysz), jak i nie diapauzujących (owca) – odwracalne zahamowanie proliferacji komórek zarodków oraz ich przedimplantacyjnego rozwoju. Anandamid wpływa również na zmiany zachowań emocjonalnych, jak i poziom agresji (Kathuria i wsp., 2003). Tak więc podwyższony – skutkiem stresu emocjonalnego lub palenia marihuany – poziom kannabinoidów w tkankach macicy uniemożliwiać może implanta-

cję blastocysty, czego naturalną konsekwencją może być diapauza zarodkowa.

Nie ma praktycznie żadnych opracowań podejmujących problematykę występowania (lub nie) diapauzy zarodkowej u naczelnych, w tym również u człowieka. Jedynie Tarin i Cano w pracy zatytułowanej „*Do human concepti have the potential to enter into diapause?*” (1999) poruszyli ten problem twierdząc: „...*If conceptus diapause has evolved in primates and persists at the present time despite of its apparent limited and adoptive advantages, artificial induction of diapause in humans may have clinical implications for increasing; (I) viability of concepti after biopsy, freezing-thawing and any of other experimental procedures that tends to decrease cell number or division rate of concepti ; and (II) the relatively low implantation rate after obtained at present uterine transfer of human concepti fertilized in vitro. Furthermore, the diapause concepti may be a good paradigm for to understand the interplay between different genetic/molecular components of both the conceptus and endometrium at implantation...*”

Bez odpowiedzi pozostaje więc nadal pytanie, czy diapauza zarodkowa występuje u człowieka? A jeśli tak, to czy ma ona równie korzystny wpływ na rozwój zarodka, jak to ma miejsce w przypadku innych gatunków ssaków?

INDUKOWANE KOMÓRKI PLURIPOTENTNE

Postawione na początku tego artykułu pytanie, czy do końca prawdziwe jest twierdzenie, że *omne vivum ex ovo* znalazło w ostatnich latach nieoczekiwaną, zarazem fascynującą, jak i niepokojącą – w pewnym sensie – odpowiedź.

Przez wprowadzenie do zróżnicowanych mysich, a następnie ludzkich komórek somatycznych retrowirusów kodujących geny odpowiedzialne za utrzymanie stanu pluripotencji komórek (*Nanog*, *Oct3/4*, *Sox2*, *Lin 28*) lub genów czynników transkrypcyjnych biorących, między innymi udział, w procesach onkogenezy (*c-Myc* i *Klf4*) komórki te przeprogramowano przywracając im stan

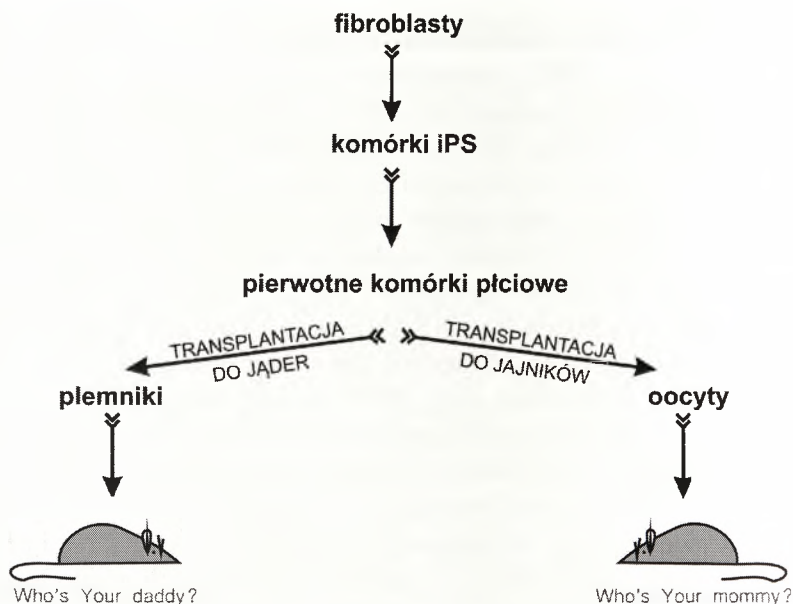
niezróżnicowania i pluripotencji (Takahashi i Yamanaka, 2006; Takahashi i wsp., 2007). Komórki te określono mianem indukowanych komórek pluripotentnych (iPSc – induced Pluripotent Stem cells). Zarówno mysie, jak i ludzkie komórki iPS były identyczne z mysimi i ludzkimi komórkami ES zarówno pod względem morfologii, proliferacji, antygenów powierzchniowych oraz ekspresji genów. Były one również zdolne do różnicowania się *in vitro* tworząc kule zarodkowe (*embryoid body*), w których dochodziło do utworzenia wszystkich trzech listków zarodkowych. Co więcej, po ich wprowadzeniu do blastocyst uzyskano chimery, w tym chimery płciowe (Maherali i wsp., 2007; Wernig i wsp., 2007).

Poprzez hodowle mysich komórek iPS w odpowiednich warunkach uzyskano z nich komórki zbliżone do pierwotnych komórek płciowych. Po ich przeszczepieniu do jajników i jąder myszy uzyskano wywodzące się z nich oocyty (Hayashi i wsp., 2012) i plemniki (Hayashi i wsp., 2011). Z oocytów tych po ich zapłodnieniu (normalnymi plemnikami) uzyskano zdrowe, płodne myszy. Również plemniki wyprowadzone z mysich iPS były zdolne do zapłodnienia „normalnych” oocytów. Podobnie jak w przypadku poprzednim uzyskano urodzone zdrowe płodne myszy. Schemat tych doświadczeń przedstawiony jest na Ryc. 6.

Rząd Japonii zezwolił na „produkcję” ludzkich gamet z komórek iPS. Nie zezwolił, jak na razie, na użycie ich do zapłodnienia i tworzenia ludzkich zarodków.

Miarą uznania ważkości badań nad rozwojem zarodkowym ssaków było przyznanie w roku 2002 Prof. Andrzejowi K. Tarowskiemu i Dr Annie McLaren najwyższej japońskiej nagrody naukowej „The Japan Prize”. Natomiast badania nad macierzystymi komórkami zarodkowymi oraz nad przeprogramowaniem jądrowym i komórkowym uhonorowane zostały przyznaniem w roku 2007 Sir Martinowi Evansowi oraz w roku 2012 Sir Johnowi Gurdonowi i Prof. Shinyo Yamanace Nagród Nobla.

Odkrycia naukowe ostatnich lat powodują, że odpowiedzią na pytanie „Gamety, zarodek – i co dalej?” mogą być słowa piosenki „it's a long way to Tipperary, it's a long way to go...”



Ryc. 6. Uzyskiwanie gamet z komórek somatycznych (via komórki iPS) [J.A. Modliński i wsp. 2013 – Somatyczne klonowanie ssaków W: Biotechnologiczne i medyczne podstawy ksenotransplantacji. (Wyd.: Z. Smorąg, R. Słomski, Cierpka), OWN Poznań Wyd. II poszerzone (w druku)]

LITERATURA

1. Ajduk A. (2007) Dojrzewanie cytoplazmatyczne oocyty myszy – rozwój mechanizmu odpowiedzialnego za aktywację w czasie zapłodnienia. Praca doktorska, Uniwersytet Warszawski.
2. Campagne D.M. (2006) Should fertilization treatment start with reducing stress? *Hum Reprod* 21:1651–1658.
3. Chrościcka A., Komorowski S., Maleszewski M. (2004) Both blastomeres of the mouse 2-cell embryo contribute to the embryonic portion of the blastocyst. *Mol Reprod Dev* 68:308–312.
4. Clarke-Pearson D.L., Dawood M.Y. (1990). *Green's Gynecology. Essentials of Clinical Practice*. LittleBrown and Company. Boston/Toronto/London.
5. Davies TJ, Gardner RL (2002) The plane of first cleavage is not related to the distribution of sperm components in the mouse. *Hum Reprod* 17:2368–2379.

6. Dey S.K., Lim H., Das S.K., Reese J., Paria B.C., Daikoku T., Wang H. (2004) Molecular cues to implantation. *Endocr Rev.* 25:341-73.
7. Ginsburg M., Snow M.H.L., McLaren A. (1990) Promordial germ cells in the mouse embryo during gastrulation. *Development* 110:521-528.
8. Gobel U. (2000). Germ cell tumors in childhood and adolescence. *Ann. Onkol.* 11:263-271.
9. Grinstead J., Avery B. (1996) A sporadic case of delayed implantation after in-vitro fertilization in the human? *Hum Reprod* 11:651-4.
10. Hahnel A.C., Eddy E.M. (1986) Cell surface markers of mouse primordial germ cell defined by two monoclonal antibodies. *Gamete Research* 15:25-34.
11. Hayashi K, Ogushi S, Kurimoto K, Shimamoto S, Ohta H, Saitou M. (2012) Offspring from oocytes derived from in vitro primordial germ cell-like cells in mice. *Science* 338:971.
12. Hayashi K., Ohta H., Kurimoto K., Aramaki S., Saitou M. (2011) Reconstitution of the mouse germ cell specification pathway in Culture by Pluripotent Stem Cells. *Cell* 146 519-532.
13. Hiiragi T., Solter D. (2004) First cleavage plane of the mouse egg is not predetermined but defined by the topology of the two apposing pronuclei. *Nature* 430:360-364.
14. Jukic A.M., Weinberg C.R., Baird D.D., Wilcox A.J. (2011) The association of maternal factors with delayed implantation and the initial rise of urinary human chorionic gonadotrophin. *Hum Reprod* 26:920-6.
15. Kathuria S., Gaetani S., Fegley D., Valiño F., Duranti A., Tontini A., Mor M., Tarzia G., La Rana G., Calignano A., Giustino A., Tattoli M., Palmery M., Cuomo V., Piomelli D. (2003) Modulation of anxiety through blockade of anandamide hydrolisis. *Nat Med* 9:76-81.
16. Kondoh E., Okamoto T., Higuchi T., Tatsumi K., Baba T., Murphy S.K., Takahura K., Konishi I., Fujii S. (2009) Stress affects uterine receptivity through an ovarian-independent pathway. *Hum Reprod* 24:945-53.
17. Krawetz S.A. (2005) Paternal contribution: new insight and future challenges. *Nature Rev. Genetics* 6:633-642.
18. Kuno N., Kadomatsu K., Nakamura M., Miwa-Fukuchi T., Hirabayashi N., Ishizuka T. (2004) Mature ovarian cystic teratoma with a highly differentiated homunculus: a case report. *Birth Defects Research. Part a, Clinical and Molecular Teratology* 70: 40-46.
19. Lefevre P.M.C., Marie-France Palin M.-F., Chen G., Turecki G.B.D. (2011) Polyamines are implicated in the emergence of the embryo from obligate diapause. *Endocrinology* 152:1627-1639.
20. Lopes F.L., Desmarais J.A., Murphy B.D. (2004) Embryonic diapause and its regulation. *Reproduction* 128:669-78.
21. Maherali N., Sridharan R., Xie W., Utikal J., Eminli S. et.al. (2007) Directly reprogrammed fibroblasts show global epigenetic remodeling and widespread tissue contribution. *Cell Stem Cell* 1:55-70.

22. Matsui Z., Zsebo K., Hogan B.L.M. (1992) Derivation of pluripotent embryonic stem cells from murine primordial germ cell in culture. *Cell* 70:841–847.
23. Mead R.A. (1993) Embryonic diapause in vertebrates. *J. Exp. Zool.* 266: 629–641.
24. Mintz B. (1962) Formation of genotypically mosaic mouse embryos. *Am. Zool.* 2: 432.
25. Mintz B., Illmensee K., Gearhart D.D. (1975) W: Teratomas and differentiation (wyd.: M.J. Sherman i D. Solter, Academic Press, New York, str. 59–82).
26. Modliński J.A. (1970) The role of the zona pellucida in the development of mouse eggs in vitro. *J. Embryol. Exp. Morph.* 23:539–547.
27. Modliński J.A. (1997) Zdolności rozwojowe komórek i jąder komórkowych ssaków – klonowanie. W: „Molekularne mechanizmy rozwoju zarodkowego” (red. H. Krzanowska, W. Sokół-Misiak) Wydawnictwo Naukowe PWN, str. 346–404.
28. Motosugi N., Bauer T., Polanski Z., Solter D., Hiiragi T. (2005) Polarity of the mouse embryo is established at blastocyst and is not prepatterned. *Genes Dev.* 19:1081–1092.
29. Mullen R.J., Whitten W.K., Carter S.C. (1970) Studies on chimeric mice and half-embryos. W: Annual report of the Jackson Laboratory. Bar harbor, Maine, str. 67–68.
30. Piotrowska K., Zernicka-Goetz M. (2001) Role for sperm in spatial patterning of the early mouse embryo. *Nature* 409:517–521.
31. Piotrowska K., Wianny F., Pedersen R.A., Zernicka-Goetz M. (2001) Blastomeres arising from the first cleavage division have distinguishable fates in normal mouse development. *Development* 128:3739–3748.
32. Plusa B., Piotrowska K., Zernicka-Goetz M. (2002) Sperm entry position provides a surface marker for the first cleavage plane of the mouse zygote. *Genesis* 32:193–198.
33. Plusa B., Hadjantonakis A.K., Gray D., Piotrowska-Nitsche K., Jedrusik A., Papaioannou V.E., Glover D.M., Zernicka-Goetz M. (2005) The first cleavage of the mouse zygote predicts the blastocyst axis. *Nature* 434:391–395.
34. Ptak G.E., Tacconi E., Czernik M., Toschi P., Modliński J.A., Loi P. (2012) Embryonic diapause is conserved across mammals. *PLoS One* 7: e33027. doi:10.1371/journal.pone.0033027.
35. Psychoyos, A. (1973) Endocrine control of egg-implantation. In *Handbook of Physiology: Endocrinology* 2:187–215.
36. Renfree, M.B. (1979) Initiation of development of diapausing embryo by mammary denervation in a marsupial. *Nature* 278:549–51.
37. Renfree, M.B., Shaw G. (2000) Diapause. *Annu. Rev. Physiol.* 62:353–375.
38. Sandell M. (1990) The evolution of seasonal delayed implantation. *Q Rev Biol* 65:23–42.
39. Shamblott M.J., Axelman J., Wang S., Bugg E., Littlefield J., Donovan P.J., Blumenthal P.D., Huggins R.G., Gearhart J.D. (1998) Derivation of pluripotent

- stem cells from cultured human primordial germ cells. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 95:13726-13731.
40. Stewart T.A., Mintz B. (1981) Successive generations of mice produced from an established culture line of euploid teratocarcinoma cell. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 78:6314-63-18.
 41. Suwińska A. (2012) Preimplantation mouse embryo: developmental fate and potency of blastomeres. W: *Mouse development*, Results and problems in cell differentiation (red. J.Z. Kubiak) Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, str. 141-163.
 42. Takahashi K., Yamanaka S. (2006) Induction of Pluripotent Stem Cells from Mouse Embryonic and Adult Fibroblast Cultures by Defined Factors. *Cell* 126: 663-676, 25.
 43. Takahashi K., Tanabe K., Ohnuki M., Narita M., Ichisaka T., Tomoda K., Yamanaka S. (2007) Induction of pluripotent stem cells from adult human fibroblasts by defined factors. *Cell* 131:5861-872.
 44. Tarín J.J., Cano A. (1999) Do human concepti have the potential to enter into diapause? *Hum Reprod.* 14:2434-6.
 45. Tarkowski A.K. (1959) Experiments on the development of isolated blastomeres of mouse eggs. *Nature* 184:1286-1287.
 46. Tarkowski A.K. (1961) Mouse chimaeras developed from fused eggs. *Nature* 190:857-860.
 47. Tarkowski A.K., Suwinska A., Czolowska R., Ozdzeński W. (2010) Individual blastomeres of 16-and 32-cell mouse embryos are able to develop into fetuses and mice. *Dev Biol* 348:190-198.
 48. Tarkowski A.K., Wroblewska J. (1967) Development of blastomeres of mouse eggs isolated at the 4 – and 8-cell stage. *J Embryol Exp Morphol* 18:155-180.
 49. Thom M.D., Johnson D.D., MacDonald D.W. (2004) The evolution and maintenance of delayed implantation in the mustelidae (mammalia: carnivora). *Evolution – International Journal of Organic Evolution* 58:175-183.
 50. Tsunoda Y., McLaren A. (1983) Effect of various procedures on the viability of mouse embryos containing half the normal number of blastomeres. *J Reprod Fertil* 69:315-322.
 51. Turco M.Y., Matsukawa K., Czernik M., Gasperi V., Battista N., Della Salda L., Scapolo P.A., Loi P., Maccarrone M., Ptak G. (2008) High levels of anandamide, an endogenous cannabinoid, block the growth of sheep preimplantation embryos by inducing apoptosis and reversible arrest of cell proliferation. *Hum Reprod* 23:2331-8.
 52. Van de Velde H., Cauffman G., Tournaye H., Devroey P., Liebaers I. (2008) The four blastomeres of a 4-cell stage human embryo are able to develop individually into blastocysts with inner cell mass and trophectoderm. *Hum Reprod* 23:1742-1747.
 53. Vogel P. (1981) Occurrence and interpretation of delayed implantation in insectivores. *J Reprod Fert* 29:51-60.

54. Waksmundzka M., Wisniewska A., Maleszewski M. (2006) Allocation of cells in mouse blastocyst is not determined by the order of cleavage of the first two blastomeres. *Biol Reprod* 75:582-587.
55. Wernig M., Meissner A., Foreman R., Brambrink T., Ku M., Hochedlinger K., Bernstein B.E., Jaenisch R. (2007) In vitro reprogramming of fibroblasts into a pluripotent ES-cell-like state. *Nature* 448:318-324.
56. Wilcox A.J., Baird D.D., Weinberg C.R. (1999) Time of implantation of the conceptus and loss of pregnancy. *N Engl J Med.* 340:1796-9.

PŁEĆ - OD KIEDY?

JÓZEFA STYRNA*, MAREK ŚWITOŃSKI**

* Instytut Zoologii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

** Katedra Genetyki i Podstaw Hodowli Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego
w Poznaniu

Rozmnażanie płciowe gwarantuje stałe generowanie zmienności genetycznej w obrębie gatunku, dzięki rekombinacjom genetycznym zachodzącym podczas podziału mejotycznego, który jest kluczowym etapem procesu gametogenezy. Wykształcenie płci męskiej i żeńskiej pociąga za sobą wiele konsekwencji, nie tylko w zakresie rozwoju układu rozrodczego, ale również hormonalnej regulacji procesów życiowych, dimorfizmu płciowego pod względem budowy ciała, czy typowych dla płci zachowań. Odpowiedź na pytanie kiedy pojawia się płeć nie jest zatem prosta, a mechanizmy odpowiedzialne za jej pełne i prawidłowe ukształtowanie są bardzo złożone i pojawiają się stopniowo podczas rozwoju osobniczego.

DETERMINACJA PŁCI KRĘGOWCÓW

Człowiek należy do gromady ssaków, która wraz z gromadami ptaków, gadów, płazów i ryb tworzą podtyp kręgowców. U gatunków należących do tych taksonów funkcjonują różne systemy determinacji płci. Determinacja płci ssaków, w tym człowieka,

zależy od zestawu chromosomów płci, które u osobników żeńskich mają układ XX, a u osobników męskich – XY.

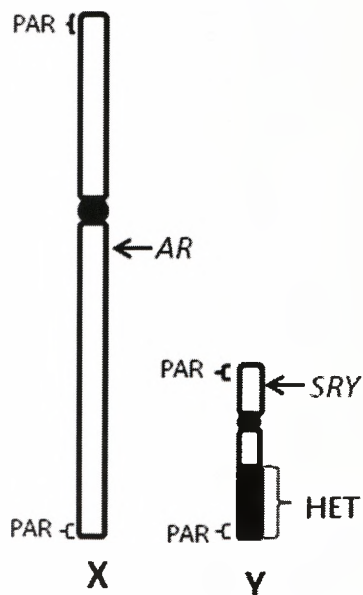
Należy jednak zauważyć, że system determinacji płci oparty o dymorfizm chromosomów płci nie jest powszechny wśród kręgowców. Funkcjonuje on u ptaków, z tym jednak, że występują u nich chromosomy Z oraz W. Wprowadzenie innych symboli dla chromosomów płci ptaków związane jest z tym, że układ tych chromosomów u obu płci jest odwrotny, aniżeli ten funkcjonujący u ssaków. Dwa identyczne chromosomy płci (ZZ) występują u samców, a układ chromosomów ZW jest u samic. Mechanizmy odpowiadające za determinację płci u niższych kręgowców (gady, płazy i ryby) są słabiej poznane. U większości z nich nie zidentyfikowano chromosomów płci, co nie oznacza, że czynniki genetyczne nie są w ten proces zaangażowane. U niektórych gatunków funkcjonuje mechanizm o podłożu genetycznym, u innych zależy od warunków środowiskowych (np. temperatura), w których rozwija się zygota, a czasami za ten proces odpowiada współdziałanie obu tych mechanizmów (Quinn i wsp., 2011). Przykładowo, dość dobrze jest poznany mechanizm determinacji płci gadów, zależny od temperatury. Wyróżnia się trzy podstawowe schematy, charakterystyczne dla poszczególnych gatunków: (1) płęć męska rozwija się w niższej temperaturze, a płęć żeńska w wyższej, (2) płęć żeńska w niższej, a płęć męska w wyższej temperaturze i (3) płęć żeńska w niższej i wyższej temperaturze, a płęć męska w temperaturze pośredniej.

CHROMOSOMY I PŁĘĆ

Poszukiwanie molekularnego podłoża determinacji płci człowieka wiąże się z odkryciami cytogenetycznymi z drugiej połowy lat 50. XX wieku. W 1956 r. ustalono, że prawidłowa liczba chromosomów człowieka wynosi 46, a w 1959 r. wykazano, że przyczyną dwóch dość częstych zaburzeń rozwoju płciowego są nieprawidłowe układy chromosomów płci – w zespole Turnera u kobiet

stwierdzono układ chromosomów 45,X (monosomia chromosomu X), a w zespole Klinefeltera u mężczyzn - 47,XXY (trisomia XXY). Odkrycia te wskazały, że obecność chromosomu Y jest niezbędna dla powstania prawidłowej płci męskiej (46,XY), a płć żeńska wymaga obecności dwóch chromosomów X (46,XX).

Chromosomy płci są dość łatwe do rozróżnienia, jeśli zastosuje się odpowiednie techniki barwienia (tzw. barwienia prążkowe typu G lub R). Chromosom X należy do grupy dość długich chromosomów człowieka, a chromosom Y należy do najmniejszych chromosomów, obok chromosomu nr 21 i 22. Porównanie wielkości chromosomów płci wskazuje na około 3-krotnie większą długość chromosomu X, aniżeli długość chromosomu Y (Ryc. 1). Chromosomy X i Y posiadają krótkie fragmenty homologiczne względem siebie (PAR - regiony pseudoautosomalne), które są zlokalizowane na zakończeniach ramienia długiego i krótkiego obu chromosomów. Fragmenty te, a głównie te zlokalizowane na zakończeniu



Rycina 1. Chromosomy płci człowieka. Strzałki wskazują położenie genów *SRY* i *AR*, symbol HET oznacza region heterochromatynowy chromosomu Y, a symbole PAR oznaczają regiony pseudoautosomalne.

ramion krótkich, uczestniczą w homologicznej koniugacji podczas profazy I podziału mejotycznego i w ich obrębie dochodzi do rekombinacji genetycznej (zjawisko crossing over), podobnie jak we wszystkich homologicznych chromosomach autosomalnych, tworzących biwalenty. Podkreślić jednak należy, że główne części obu chromosomów płci nie są względem siebie homologiczne i dlatego nie uczestniczą one w rekombinacji genetycznej podczas mejozy męskiej. Natomiast podczas mejozy żeńskiej rekombinacja w obrębie koniugujących ze sobą chromosomów X może zajść w dowolnym miejscu. Wynika z tego ważna konsekwencja, że chromosom Y może gromadzić mutacje, ale nie podlega rekombinacjom genetycznym.

Poznanie sekwencji genomu człowieka, co nastąpiło na początku XXI w., ujawniło, że chromosomy X i Y różnią się nie tylko wielkością, ale również liczbą genów w nich położonych. Częsteczka DNA tworząca chromosom X ma długość ok. 150 mln pz, a chromosomu Y – ok. 50 mln pz. Należy jednak zauważyć, że znaczna część ramienia długiego chromosomu Y zbudowana jest z powtarzalnych (niekodujących) sekwencji DNA. Ta frakcja chromatyny, określana jako heterochromatyna (HET – Ryc. 1), zbudowana jest z ok. 25 mln pz. Jeszcze większa dysproporcja między chromosomami płci dotyczy liczby genów kodujących białka. W chromosomie X jest ich ok. 1100, a w chromosomie Y jedynie ok. 80. Co więcej, w chromosomie X praktycznie nie ma genów zaangażowanych w proces determinacji płci, z wyjątkiem genu kodującego receptor dla androgenów, który pełni istotną rolę w determinacji płci męskiej. Natomiast w chromosomie Y położony jest kluczowy dla determinacji płci męskiej gen *SRY* oraz geny nadzorujące przebieg spermatogenezy, czyli proces powstawania plemników. Geny te położone są w tej części chromosomu Y, który nie bierze udziału w rekombinacji mejotycznej, przy czym gen *SRY* jest położony bardzo blisko regionu pseudoautosomalnego (PAR) w ramieniu krótkim (Ryc. 1).

Konsekwencją dziedziczenia płci u ludzi, związanego z dymorfizmem chromosomów płci, jest wyróżnianie płci hetero – i homo-

gametycznej. Ponieważ mężczyźni produkują dwa rodzaje gamet (z chromosomem X lub z chromosomem Y), dlatego płęć męska określana jest jako heterogametyczna. Z kolei płęć żeńska jest homogametyczna, bo produkuje tylko jeden rodzaj gamet, które posiadają chromosom X. W momencie zapłodnienia dochodzi do ukształtowania się w zygocie tzw. płci chromosomowej – XX lub XY. Na tym etapie, a także we wczesnym okresie rozwoju zarodkowego nie można jednak dostrzec różnic fenotypowych między rozwijającymi się zarodkami.

BIPOTENCJALNOŚĆ PŁCIOWA ZARODKA I ETAPY RÓŻNICOWANIA CECH PŁCIOWYCH PŁODU

Wniknięcie plemnika do oocytu II rzędu (komórki jajowej) i towarzyszące temu powstanie przedjądrza męskiego i żeńskiego jest pierwszym etapem powstawania zygoty. Przedjądrze męskie powstaje z główki plemnika, zawierającej podstawową (haploidalną) liczbę chromosomów (n), która w przypadku człowieka wynosi 23. Może ono zawierać chromosom X lub Y. Z kolei przedjądrze żeńskie powstaje w wyniku dokończenia II podziału mejotycznego. Zapłodnienie oocyta II rzędu jest impulsem do wznowienia, zatrzymanego w stadium metafazy II, drugiego podziału mejotycznego. Efektem jest tzw. wyrzucenie drugiego ciała kierunkowego i powstanie przedjądrza żeńskiego, które również posiada 23 chromosomy, z tym jednak, że w zestawie tym zawsze obecny jest chromosom X. Ponieważ chromosomy obu przedjądrzy zbudowane są z pojedynczych chromatyd, to kolejnym etapem kształtowania się zygoty jest replikacja DNA, która prowadzi do powstania chromosomów dwuchromatydowych, zdolnych do podjęcia pierwszego podziału mitotycznego zygoty. Zanim dojdzie do tego podziału dochodzi do połączenia się obu zestawów chromosomowych, które lokują się w centralnej części zygoty.

Czy zatem zygota ma płeć? Jeśli za punkt wyjścia uznać definicję słownikową pojęcia „płeć”, czyli „zespół cech samiczych (płeć żeńska) lub samczych (płeć męska), warunkujących rozród płciowy osobników” (PWN, <http://encyklopedia.pwn.pl/haslo/3958384/plec.html>), to odpowiedź brzmi nie, ponieważ zygota nie wykazuje właściwości typowych dla osobników przeciwstawnych płci, warunkujących rozród płciowy (np. budowa układu płciowego). Z drugiej jednak strony należy powtórzyć, że zygota posiada tzw. płeć chromosomową i zyskuje dzięki temu potencjał do pełnego rozwoju osobniczego, a w tym do ukształtowania się cech charakterystycznych dla danej płci. Kiedy zatem pojawiają się w życiu płodowym cechy właściwe dla płci żeńskiej i męskiej?

Odpowiedź na powyższe pytanie wymaga prześledzenia różnicowania się zarodka, a następnie płodu na wczesnych etapach rozwoju (Biaison-Lauber, 2010). W pierwszych dwóch tygodniach rozwoju zarodkowego nie pojawiają się struktury związane z układem płciowym, a w 3. tygodniu rozpoczyna się proces kształtowania się gonad. Podkreślić należy, że niezależnie od zestawu chromosomów płci obecnego w komórkach rozwijającego się płodu na tym etapie powstają gonady niezróżnicowane, czyli nie mają one budowy charakterystycznej ani dla gonady męskiej (jądro), ani żeńskiej (jajnik). W kolejnych tygodniach powstają zawiązki męskich dróg płciowych (przewody Wolffa) – ok. 4. tygodnia i zawiązki żeńskich dróg płciowych (przewody Mullera) – ok. 6 tygodnia. W wieku ok. 6–7 tygodni płód posiada niezróżnicowane gonady oraz w pełni wykształcone przewody Mullera i Wolffa, zatem dysponuje potencjałem umożliwiającym rozwój w kierunku każdej z płci. Na tym etapie płód nie ma cech charakterystycznych dla określonej płci.

Kluczowym momentem w procesie kształtowania się cech płciowych jest różnicowanie się pierwotnej (niezróżnicowanej) gonady w jądro lub jajnik, a ich obecność świadczy o tzw. płci gonadalnej. Ukształtowanie się gonady męskiej prowadzi, dzięki wydzielaniu przez nią testosteronu – hormonu męskiego oraz czynnika antymullerowskiego, do przekształcania się przewodów

Wolffa w najądrza oraz nasieniowody i zaniku przewodów Mullera. Z kolei pojawienie się jajników prowadzi do zaniku przewodów Wolffa i przekształcenia się przewodów Mullera w jajowody, macicę i część pochwy. W kolejnych etapach pojawiają się zewnętrzne narządy płciowe i dzięki temu już w 14-16. tygodniu ciąży możliwe staje się ustalenie płci płodu, którą określa się jako płeć genitalną.

GENY SRY I SOX9 URUCHAMIAJĄ PROCES RÓŻNICOWANIA SIĘ GONAD MĘSKICH

Z chwilą ustalenia, że chromosom Y jest charakterystyczny dla płci męskiej wiadomo było, że kluczową rolę odgrywa jakiś gen (lub geny) położony (-e) w tym chromosomie. Żmudne poszukiwania czynnika męskości początkowo prowadzono poprzez skrupulatną analizę cytogenetyczną mężczyzn posiadających nieprawidłowo zbudowany chromosom Y – np. obciążonych ubytkiem (delecją) części ramienia długiego lub krótkiego. Historię tych badań opisała w 1990 r. profesor Anne McLaren w krótkim artykule opublikowanym w prestiżowym czasopiśmie *Nature*. Tytuł tego artykułu był bardzo wymowny: „*Sex determination. What makes a man a man?*” („Determinacja płci. Co czyni człowieka mężczyzną?”). Początkowo wykazano, że gen odpowiadający za powstanie płci męskiej położony jest w ramieniu krótkim tego chromosomu, a następnie, że jego *locus* znajduje się blisko tzw. regionu pseudoautosomalnego obejmującego końcowy fragment ramienia krótkiego. Analiza molekularna małego fragmentu, o długości ok. 35 tys. pz, doprowadziła do wykrycia genu *SRY*, co miało miejsce w 1990 r. (Sinclair i wsp., 1990).

Czym wyróżnia się gen *SRY*? Jego szczególną cechą jest to, że występuje w chromosomie Y (Ryc. 1) oraz, że kodowane przez niego białko uruchamia proces różnicowania płci w kierunku męskim. Gen *SRY* składa się z jednego eksonu, koduje krótki łańcuch polipeptydowy (204 aminokwasów), który pełni funkcję czyn-

nika transkrypcyjnego. Oznacza to, że posiada zdolność wiązania się ze specyficznymi sekwencjami nukleotydowymi w promotorach innych genów i przez to uruchamia ich transkrypcję, czyli pierwszy etap ekspresji genu.

Kluczową rolę w kształtowaniu się gonady męskiej odgrywają komórki Sertoliego (podporowe), położone w obrębie kanalików plemnikotwórczych (Ungewitter i Yao, 2013). Właśnie w tych komórkach dochodzi do ekspresji genu *SRY*, która osiąga swoje maksimum w 7 tygodniu (42–44 dzień) życia płodu. Białko *SRY* wiąże się z promotorem genu *SOX9* silnie wzmacniając jego ekspresję. W ten sposób zostaje uruchomiona kaskada zdarzeń, która prowadzi do powstania gonady męskiej oraz męskich wewnętrznych i zewnętrznych narządów płciowych. Gen *SOX9*, podobnie jak gen *SRY*, koduje białko o funkcji czynnika transkrypcyjnego. Stąd jego ekspresja, zachodząca również w komórkach Sertoliego, odpowiada za włączenie ekspresji kolejnych genów (np. *FGF9*), które biorą udział w kształtowaniu się jądra. Podkreślić jednak należy, że powstanie funkcjonalnej gonady męskiej zależy od znacznie większej liczby genów (tabela 1).

Gen *SOX9* kontroluje również ekspresję genów odpowiedzialnych za różnicowanie się przewodów płciowych. Kluczowym genem, którego ekspresja jest kontrolowana przez białko *SOX9*, jest gen kodujący czynnik antymullerowski (*MIS* – *Mullerian inhibiting substance*), określany też jako hormon antymullerowski (*AMH* – *antiMullerian hormone*). Czynnik ten wpływa na regresję (zanik) przewodów Mullera. Towarzyszy temu wydzielanie hormonu steroidowego – testosteronu przez komórki Leydiga (komórki śródmiąższowe), położone w przestrzeniach międzykanalikowych jądra, co prowadzi do przekształcenia się przewodów Wollfa w najądrza i nasieniowoddy. Oba hormony (*AMH* i testosteron) wypełniają swoją funkcję biologiczną za pośrednictwem właściwych receptorów – *AMHR* (receptor dla *AMH*) oraz *AR* (receptor dla androgenów, w tym testosteronu). Ciekawostką jest to, że gen *AR* zlokalizowany jest w chromosomie X (Ryc. 1). Za powstanie męskich zewnętrznych narządów płciowych w znaczącym stopniu

odpowiedzialny jest hormon dihydrotestosteron, który powstaje z testosteronu przy pomocy enzymu 5-alfa-reduktazy, kodowanej przez gen *SRD5A*.

Tabela 1. Geny zaangażowane w rozwój gonad ssaków – symbole genów uszeregowano w porządku alfabetycznym (na podstawie Eggers i Sinclair, 2012)

Gonada		
niezróżnicowana	Jądro	Jajnik
<i>EMX2</i>	<i>DHH</i>	<i>CTNNB1</i>
<i>LHX9</i>	<i>DMRT11</i>	<i>FOXL2</i>
<i>M33/CBX2</i>	<i>FGF9</i>	<i>FST</i>
<i>Nr5a1 (SF-1)</i>	<i>FOG2</i>	<i>RSPO1</i>
<i>WT1</i>	<i>GATA4</i>	<i>WNT4</i>
	<i>MAP3K1</i>	
	<i>MAP3K4</i>	
	<i>NR0B1</i>	
	<i>SOX3</i>	
	<i>SOX8</i>	
	<i>SOX9</i>	
	<i>SOX10</i>	
	<i>SRY</i>	

GENY *RSPO1*, *WNT4* I *FOXL2* URUCHAMIAJĄ PROCES RÓŻNICOWANIA GONAD ŻEŃSKICH

Początkowo uważano, że genem determinującym płeć żeńską jest gen *DAX1*. Koduje on receptor jądrowy i położony jest w regionie chromosomu X (*dosage-sensitive region on X*), którego duplikacja u samca (XY) prowadzi do feminizacji poprzez włączenie szlaku

różnicowania się niezróżnicowanej gonady w jajnik. Okazało się jednak, że myszy XX z nokautem genu *Dax1* to normalne płodne samice. Również samce (XY) pozbawione genu *Dax1* rozwijają się w fenotypowe samice. Samice takie posiadają jajniki i jajowody, w ich gonadach różnicują się pęcherzyki jajnikowe. W zawiązkach ich gonad zachodzi ekspresja genu *Sry* lecz poziom białka SOX9 jest wyraźnie obniżony w porównaniu z typem dzikim, co prowadzi do rewersji płciowej. Doświadczenie to wskazuje, że *Dax1* działa na drodze pomiędzy *SRY* a *SOX 9*, ale nie jest głównym genem determinacji płci żeńskiej.

Jednym z najwcześniejszych markerów różnicującego się jajnika jest sekrecyjny czynnik wzrostu WNT4. Działa on poprzez błonowy receptor i doprowadza do aktywacji β -kateniny, białkowej cząsteczki sygnałowej, regulującej ekspresję innych genów. Gen *WNT4* odpowiedzialny jest za indukowanie żeńskiego szlaku rozwoju gonady, a także za hamowanie czynników determinujących powstanie gonady męskiej. W różnicującym się jajniku WNT4 indukuje ekspresję genów *Fst* i *Bmp2*. Gen *Fst* koduje foliostatynę, która podobnie jak WNT4 jest represorem genów różnicowania się gonady męskiej. Kobiety z mutacjami *WNT4* charakteryzuje maskulinizacja, ale obserwowany u nich brak ekspresji markerowych genów gonady męskiej wskazuje, że *WNT4* nie jest pierwszym czynnikiem inicjującym różnicowanie się płci żeńskiej. Doświadczenia na myszach dowiodły, że WNT4 działa jako aktywny represor męskiego szlaku różnicowania gonady, hamując ekspresję *SOX9* (Beverdam i Koopman 2005).

Istotnej wiedzy na temat determinacji płci żeńskiej dostarczyły badania jednej z włoskich rodzin, w której zaobserwowano skłonności do bezpłodności męskiej oraz do raka skóry. Okazało się, że synowie posiadali kariotyp XX i nie stwierdzono u nich ani obecności choćby fragmentu chromosomu Y ani translokacji czyli przeniesienia na autosomy kluczowego genu determinującego płć męską czyli *SRY*. Analiza genetyczna wykazała mutację w genie

RSPO1, kodującym r-spondynę 1, odpowiedzialną za stabilizację β - kateniny. Brak czynnika transkrypcyjnego SRY i funkcjonalnej r-spondyny 1 doprowadził u tych chłopców do różnicowania się gonad w jądra z powodu zbyt słabego blokowania przez β - kateninę męskich genów takich jak *SOX9* i *FGF9*. Dowodzi to, że r-spondyna 1 bierze udział w hamowaniu funkcji genów determinacji płci męskiej i stoi prawdopodobnie na szczycie kaskady genów odpowiedzialnych za powstanie osobnika płci żeńskiej (Piprek 2007)

Innym ważnym genem uczestniczącym w determinacji płci żeńskiej jest autosomalny gen *FOXL2*. Jest to jeden z czynników transkrypcyjnych czyli białek regulujących pracę innych genów. Udo- wodniono, że aktywność tego białka jest niezbędna do zachowania prawidłowej fizjologicznej funkcji jajników. Badania nad determi- nacją płci u myszy wykazały, że zadaniem *FOXL2* jest blokowanie ekspresji genu *SOX9*.

HORMONY, MÓZG I PŁEĆ

Jak już wspomniano płeć genetyczna zarodka zostaje określona w momencie zapłodnienia obecnością chromosomów XX lub XY. To z kolei prowadzi do różnicowania się gonad, a różnicujące się gonady zaczynają produkować hormony. Do najważniejszych hor- monów wydzielanych przez jądro należą testosteron i hormon antymullerowski (MIS). Kierują one nie tylko rozwojem cech spe- cyficznie męskich układu płciowego ale także innymi cechami dru- gorzędowymi. Przy braku męskich hormonów rozrodczych, osob- nik rozwija drugorzędowe cechy płciowe żeńskie.

Porównanie mutacji genów kontroli rozwoju gonad u myszy i ludzi wskazuje na istnienie bardzo podobnych mechanizmów determinacji i różnicowania płci u obu gatunków. Okazuje się, że wyłączenie ekspresji genu kodującego aromatazę P450, kluczowego enzymu biosyntezy hormonów steroidowych, pozwalającego na

konwersję androgenów (m.in. testosteronu) w estrogeny (hormony płciowe żeńskie) lub genów kodujących oba receptory estrogenów nie doprowadza do zaburzeń rozwoju jajników u myszy. Ale tuż po okresie dojrzewania płciowego w ich jajnikach rozpoczyna się ekspresja zarówno genów szlaku determinacji płci męskiej (*Sox9*) jak i genów różnicowania jądra, a dojrzałe komórki pęcherzykowe jajników przekształcają się w komórki Sertoliego (typowe dla gonady męskiej). Poza tym tworzą się struktury przypominające kanaliki nasienne jądra i komórki podobne do komórek Leydiga, czyli endokrynowych komórek gonady męskiej.

We wczesnych etapach rozwoju odpowiedniemu kształtowaniu podlega także mózg. Około 6-7 tygodnia po zapłodnieniu następuje wprowadzenie charakterystycznych połączeń nerwowych pomiędzy półkulami mózgu oraz przekształcenie pewnych struktur mózgu w zależności od genetycznej płci. Punktem wyjścia jest organizacja mózgu charakterystyczna dla płci żeńskiej, obserwowana na wstępnym etapie rozwoju płodu. Jeżeli rozwijający się płód to dziewczynka, jej mózg pozostaje bez większych zmian do końca rozwoju, natomiast mózg chłopca podlega przeprogramowaniu. Niezbędny do tego jest odpowiedni poziom hormonów płciowych. W zarodkach męskich poziom testosteronu w pierwszych miesiącach życia płodowego jest około 4 razy większy niż w całym dorosłym życiu. Testosteron dociera wraz z krwią do mózgu i stanowi induktor potrzebnych zmian. Można zaobserwować wiele istotnych różnic w budowie mózgu pomiędzy kobietami i mężczyznami. Przykładowo, u mężczyzn za zdolności językowe odpowiada w całości lewa półkula mózgu, a prawa za zdolności przestrzenne. U kobiet funkcje te umiejscowione są w obu półkulach. Za emocje odpowiedzialne jest ciało migdałowate, struktura mózgu, która ma za zadanie zapamiętywać doświadczenia oraz odczuwać emocje. Jądro migdałowate u kobiet jest nieco większe, również jego działanie jest różne pomiędzy płciami, co tłumaczy m.in. dlaczego kobiety są bardziej podatne na depresję, a mężczyźni na alkoholizm. Prawa strona jądra migdałowego jest silniej wykształcona u mężczyzn, co ułatwia im lepszą orientację przestrzenną, u kobiet

lepiej rozwinięta jest lewa strona jądra migdałowatego, co pozwala kobietom na okazywanie empatii oraz pielęgnację i karmienie potomstwa. Kształtowanie płci mózgu przebiega w 4 etapach: 1) podstawowe cechy różnicujące, 2) tożsamość płciowa, 3) preferencje seksualne oraz 4) kontrola funkcjonalna narządów płciowych.

Różnice widoczne są już w pierwszych godzinach po urodzeniu. Stwierdzono, że nowonarodzone dziewczynki wykazują o wiele większe zainteresowanie ludźmi i ich twarzami niż chłopcy. Dziewczynki wcześniej wypowiadają pierwsze słowa, a później z większą łatwością uczą się języków obcych. Z kolei mężczyźni widzą lepiej niż kobiety w jasnym świetle. Wyniki badań wskazują wyraźnie, że mężczyźni i kobiety mają odmienne zmysły smaku (Moir i Jessel 1993). O znacznych różnicach w rozwoju mózgu świadczy także podatność na określone choroby. U chłopców znacznie częściej diagnozuje się dysleksję, jękanie się, ADHD, autyzm czy schizofrenię zaś u dziewczynek depresję, stany lękowe, anoreksję czy bulimię (McCarthy i wsp. 2012).

MUTACJE GENÓW DETERMINACJI PŁCI I ZABURZENIA ROZWOJU PŁCIOWEGO

Zaburzenia rozwoju płciowego, czyli wszystkie przypadki, w których doszło do nieprawidłowego rozwoju układu płciowego, często występują u ludzi. Szacuje się, że zdarzają się one ok. 1 na 250 urodzeń (Warr i Greenfield, 2012). W tak szerokim podejściu uwzględnia się zarówno zaburzenia determinacji płci, jak i anatomiczne zaburzenia rozwojowe, które dotyczą np. niezstąpienia jąder do moszny (wnętrostwo), czy nieprawidłowego położenia ujścia cewki moczowej u osobników męskich (spodziectwo). Wśród tych zaburzeń do najczęściej występujących zalicza się spodziectwo, które występuje z częstością ok. 1:250 – 1:350 urodzeń chłopców (Eggers i Sinclair, 2012).

Wśród genetycznych przyczyn odpowiedzialnych za zaburzenia rozwoju płciowego wyróżnia się nieprawidłowości chromosomowe oraz mutacje genów zaangażowanych w determinację płci. Do najczęściej diagnozowanych mutacji chromosomowych należą zespół Klinefeltera (trisomia 47,XXY) u mężczyzn oraz zespół Turnera (monosomia 45,X) u kobiet. Pierwszy z zespołów zdarza się z częstością ok. 1 na ok. 800 urodzeń, a drugi ok. 1 na 2500 urodzeń. W obu przypadkach dochodzi do niedorozwoju gonad, czego efektem jest bezpłodność. Zespołom tym towarzyszą również inne nieprawidłowości – np. upośledzenie umysłowe i nadmierny rozwój gruczołów sutkowych (ginekomastia) u mężczyzn z zespołem Klinefeltera, czy brak cyklu płciowego i niski wzrost u kobiet z zespołem Turnera. Trisomie 47,XXX (kobiety) oraz 47,XYY (mężczyźni) wywołują zdecydowanie mniejsze zaburzenia. Do chromosomowych przyczyn zaburzeń rozwoju płciowego zaliczają się również strukturalne mutacje chromosomowe – np. delecje fragmentu chromosomu Y, czy translokacje między chromosomem Y i chromosomem X lub autosomem. Translokacje takie mogą prowadzić do przeniesienia genu *SRY* z chromosomu Y na chromosom X lub autosom. Zmiana położenia genu *SRY* skutkuje męskim rozwojem osobników z karyotypem żeńskim (46,XX), natomiast delecja fragmentu chromosomu Y z genem *SRY* prowadzi do dysgenezy gonad i żeńskiego rozwoju fenotypowego osób z karyotypem męskim (46,XY).

Współobecność jądra i jajnika lub obecność gonady obupłciowej (jajnikojądro), czyli hermafrodytyzm prawdziwy, czy też zatrzymanie procesu różnicowania się pierwotnej gonady może mieć różne przyczyny. Zaburzenia rozwoju płciowego u osób posiadających żeński układ chromosomów płci (46,XX) oraz gonady męskie jest w zdecydowanej większości przypadków (90%) spowodowane translokacją chromosomową, w wyniku której dochodzi do przeniesienia genu *SRY* na autosom lub chromosom X (Eggers i Sinclair, 2012). Osoby takie posiadając żeński karyotyp mają również gen *SRY* i dlatego dochodzi do nieprawidłowego różnicowania się

gonady w okresie zarodkowym i powstania niezgodności między płcią chromosomową i gonadalną.

Zaburzenie planu różnicowania gonady w jajnik, u osób z żeńskim zestawem chromosomów płci (46,XX), może mieć również inne przyczyny. Mogą być to mutacje genów kluczowych dla powstania jajnika – np. genu *RSPO1*, co prowadzi do powstania janiko-jądra (Tomaselli i wsp., 2008). Znane są również przypadki osób z kariotypem 46,XX oraz brakiem genu *SRY* (wykluczono translokację genu *SRY*, o czym mowa była powyżej), u których dochodzi do powstania jąder. Jedną z przyczyn tej formy zaburzenia rozwoju płciowego są mutacje w regionie regulatorowym, poprzedzającym gen *SOX9*. Mutacje te mogą uruchomić silną ekspresję genu *SOX9*, pod nieobecność genu *SRY*, co prowadzi do różnicowania gonady w kierunku męskim i powstania fenotypu męskiego i w konsekwencji niezgodności pomiędzy płcią chromosomową, gonadalną i genitalną. Przykładami takich sprawczych mutacji są duplikacje (Cox i wsp. 2011) lub nawet triplikacje (Vetro i wsp., 2011) regionu regulatorowego genu *SOX9*. Z kolei mutacja już jednego allelu *SOX9* u człowieka prowadzi do dysplazji kampomelicznej charakteryzującej się zaburzeniami rozwoju gonad i szkieletu.

Mutacje kluczowego genu dla determinacji płci (*SRY*) w kierunku męskim są odpowiedzialne za około 1/3 przypadków dysgenезji gonady. Podobny efekt wywołują mutacje innych genów, m.in. *WNT4* (Warr i Greenfield, 2012). Wykazano, że gonada męska różnicuje się wówczas, gdy znajduje się w niej powyżej 20–30 % komórek o genotypie męskim. Procent taki przemawia za progowym mechanizmem determinacji płci, który polega na działaniu czynników sygnalizujących takich jak fibroblastyczny czynnik wzrostu (FGF9) i prostaglandyna D2, odpowiedzialnych za promowanie różnicowania się komórek Sertoliego.

Jedną z częściej opisywanych wad jest zespół niewrażliwości na androgeny, który jest spowodowany mutacjami genu receptora dla androgenów (*AR*). W genie tym opisano ponad 400 mutacji, które dają zróżnicowane efekty fenotypowe, klasyfikowane

do trzech kategorii: pełna, pośrednia i częściowa niewrażliwość na androgeny (Jääskeläinen, 2012). Osobniki z pełną niewrażliwością mają żeńską płć fenotypową, pomimo obecności prawidłowego kariotypu męskiego i gonad męskich. Wada ta występuje dość rzadko – przykładowo postać pełna diagnozowana jest od 1 na 20000 do 1 na 100000 urodzeń, natomiast częstość formy częściowej, czy pośredniej nie jest znana (Oakes i wsp., 2008).

Niektóre przykłady mutacji odpowiadające za nieprawidłowy rozwój płciowy przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Zaburzenia rozwoju płciowego u człowieka – konsekwencje wybranych mutacji

Gen	Zaburzenia rozwoju płciowego, wywołane mutacją
<i>SF1</i>	zaburzenie rozwoju jąder i nadnerczy
<i>SRY</i>	1. Mutacja genu – odwrócenie płci męskiej w żeńską u osobników 46,XY, 2. Ekspresja genu <i>SRY</i> u osobników żeńskich (46,XX), które posiadają gen <i>SRY</i> (translokacja) – odwrócenie płci męskiej w żeńską
<i>SOX9</i>	1. Mutacje genu u osobników 46,XY – dysplazją kampakieliczną u osobników o fenotypie żeńskim 2. Duplikacja genu u osobników 46,XX – rozwój w kierunku męskim
<i>DAX1</i>	Nadekspresja genu u osobników 46,XY – różnicowanie w kierunku płci żeńskiej
<i>RSP01</i>	Mutacja genu – rozwinięcie się płci męskiej u osobników 46,XX
<i>WNT4</i>	1. Mutacja genu – maskulinizacja osobników 46,XX 2. Nadekspresja genu u osobników 46,XY – rozwój w kierunku płci żeńskiej
<i>AR</i>	Rozwinięcie żeńskich zewnętrznych narządów płciowych (czasami z cechami maskulinizacji) u osób z chromosomową i gonadalną płcią męską

Należy podkreślić, że wiele zaburzeń rozwoju płciowego człowieka ma dość słabo poznane podłoże molekularne. Przykładem mogą być dwa zaburzenia rozwojowe osobników płci męskiej, które należą do najczęściej występujących – wnętrostwo oraz

spodziectwo. Pierwsze z nich polega na niezstąpieniu jąder do moszny, a drugie to nieprawidłowe umiejscowienie ujścia cewki moczowej. Wady te, chociaż występują często, to są łatwo korygowane podczas zabiegu chirurgicznego. Uwarunkowanie tych wad nie zależy od mutacji pojedynczych genów, co oznacza, że na ich powstanie mogą mieć wpływ obok nieznanych genów również czynniki środowiskowe.

PODSUMOWANIE

Czy w świetle powyższego wywodu można precyzyjnie wskazać moment, od którego rozwijający się zarodek ma prawidłowo rozwiniętą płeć żeńską lub męską. Odpowiedź nie jest twierdząca, bowiem proces kształtowania się płci jest stopniowy i wielopłaszczyznowy. Zależy od obecności chromosomów płci, genów odpowiadających za determinację i różnicowanie płci oraz szeregu hormonów peptydowych i steroidowych. Prawidłowe współdziałanie tych czynników odpowiada za pojawienie się cech płciowych, nie tylko związanych z odmienną budową ciała, ale również odmienne ukształtowanie niektórych struktur mózgu, które odpowiadają za cechy i zachowania specyficzne dla danej płci.

LITERATURA

- Beverdam A., Koopman P. (2005). Expression profiling of purified mouse gonadal somatic cells during the critical time window of sex determination reveals novel candidate genes for human sexual dysgenesis syndromes. *Hum. Mol. Genet.* 15: 417–431
- Biason-Lauber A. (2010). Control of sex development. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 24:163–86.
- Cox J.J., Willatt L., Homfray T., Woods C.G. (2011). A SOX9 duplication and familial 46,XX developmental testicular disorder. *N Engl J Med.* 364: 91–93.

- Eggers S, Sinclair A. (2012). Mammalian sex determination—insights from humans and mice. *Chromosome Res.* 20: 215–238.
- Jääskeläinen J. (2012). Molecular biology of androgen insensitivity. *Mol Cell Endocrinol.* 352: 4–12.
- McCarthy M.M., Arnold A.P., Ball G.F., Blaustein J.D., De Vries G.J. (2012). Sex differences in the brain: the not so inconvenient truth. *J. Neurosci.* 32: 2241–2247
- McLaren A. (1990). Sex determination. What makes a man a man? *Nature* 346: 216–217.
- Moir A., Jessel D. (1993). *Płeć mózgu*. Państwowy Instytut Wydawniczy.
- Oakes M.B., Eyvazzadeh A.D., Quint E., Smith Y.R. (2008). Complete androgen insensitivity syndrome--a review. *J. Pediatr. Adolesc. Gynecol.* 21: 305–310.
- Quinn AE, Sarre SD, Ezaz T, Marshall Graves JA, Georges A. (2011). Evolutionary transitions between mechanisms of sex determination in vertebrates. *Biol Lett.* 7: 443–448.
- Piprek R.P. (2007). Genetyczne mechanizmy determinacji płci i różnicowania się gonad ssaków. *Kosmos* 56: 39–48.
- Sinclair AH, Berta P, Palmer MS, Hawkins JR, Griffiths BL, Smith MJ, Foster JW, Frischauf AM, Lovell-Badge R, Goodfellow PN. (1990). A gene from the human sex-determining region encodes a protein with homology to a conserved DNA-binding motif. *Nature* 346: 240–244.
- Tomaselli S., Megiorni F., De Bernardo C., Felici A., Marrocco G., Maggiulli G., Grammatico B., Remotti D., Saccucci P., Valentini F., Mazzilli M.C., Majore S., Grammatico P. (2008). Syndromic true hermaphroditism due to an R-spondin1 (RSPO1) homozygous mutation. *Hum Mutat.* 29: 220–226.
- Ungewitter E.K., Yao H.H. (2013). How to make a gonad: cellular mechanisms governing formation of the testes and ovaries. *Sex Dev.* 7: 7–20.
- Warr N, Greenfield A. (2012). The molecular and cellular basis of gonadal sex reversal in mice and humans. *WIREs Dev Biol* 1: 559–577.
- Vetro A., Ciccone R., Giorda R., Patricelli M.G., Della Mina E., Forlino A., Zuffardi O. (2011). XX males SRY negative: a confirmed cause of infertility. *J Med Genet.* 48: 710–712.

GODNOŚĆ CZŁOWIEKA PRZED NARODZENIEM? PERSPEKTYWA BIOETYCZNA

KS. PIOTR MORCINIEC

Katedra Bioetyki i Etyki Społecznej Wydziału Teologicznego Uniwersytetu
Opolskiego

„Ludzkie rodzicielstwo zakorzenione jest w biologii, równocześnie zaś przewyższa ją. [...] Wszelkie rodzenie znajduje swój pierwowzór w Bożym Ojcostwie. Jednakże – w przypadku człowieka – ten „kosmiczny” wymiar podobieństwa do Boga nie definiuje w pełni ludzkiego rodzicielstwa. Gdy z małżeńskiej jedności dwojga rodzi się nowy człowiek, to przynosi on z sobą na świat szczególnie obraz i podobieństwo Boga samego: *w biologię rodzenia wpisana jest genealogia osoby*”¹. Zacytowane słowa Jana Pawła II trafiają w sedno dzisiejszego spotkania naukowego – dwugłos nauk: tych biologicznych i tych humanistycznych ma wybrzmieć, aby przybliżyć nas do integralnej prawdy o człowieku. O człowieku u jego początków, biologicznych i osobowych.

Dylemat, który wypada mi rozstrzygnąć na samym początku mierzenia się z tytułowym problemem, dotyczy metodologii – drogi dojścia do istotnych wniosków. Wybór perspektywy bioetycznej jednoznacznie wskazuje na oparcie się na naturalnych

¹ Jan Paweł II, List do Rodzin, Watykan 1994, nr 9 (dalej: LdR).

źródłach poznania (etyka), a deklaratywnie chodzić będzie o spojrzenie z pozycji personalizmu na problem ludzkich początków. Z drugiej strony, pozostaję teologiem i to obliguje do odniesienia się także do źródeł nadprzyrodzonych, choć mam świadomość, że można adekwatnie mówić o ludzkiej godności bez odniesień teologicznych. Nie ulega natomiast wątpliwości, że konteksty teologiczne dostarczają silnych motywów dla promowania godności istoty ludzkiej oraz ubogacają dyskurs o nowe wymiary, jak tego mieliśmy przykład w przytoczonym wyżej cytacie.

Podjmując tytułowy problem, zwracam uwagę na drobną merytoryczną korektę pierwotnego tytułu przyczynku, chcę bowiem zająć się „godnością człowieka” we wskazanym oknie czasowym, bez wchodzenia w – ciągle aktualne i świadomie „podgrzewane” – dyskusje nad adekwatnością znaku równości między człowiekiem a osobą ludzką². Dla mnie taka tożsamość istnieje, ale świadomość istnienia stanowisk, które ją podważają, każe ominąć tę merytoryczną rafę.

1. GODNOŚĆ CZŁOWIEKA JAKO FUNDAMENT ROZSTRZYGNIĘĆ

Zasadność zestawiania tytułowych wielkości odnajdujemy w programowym dla teologii moralnej tekście – w encyklice *Veritatis splendor*. Uderzające jest, że jej autor nie pozostawia wątpliwości co do konieczności interpretacji wartości życia człowieka w powiązaniu z jego godnością: „Źródłem i uzasadnieniem obowiązku bezwarunkowego poszanowania życia ludzkiego jest *godność osoby*, a nie jedynie naturalna skłonność do zachowania własnego życia fizycznego. Dlatego nawet życie ludzkie, choć jest fundamentalnym dobrem człowieka, zyskuje sens moralny dopiero przez odniesienie do dobra osoby, którą zawsze należy afirmować dla niej samej: (...) *Naturalne skłonności zyskują bowiem znaczenie moralne*

² Pytanie o „osobę ludzką” jest zresztą tytułową kwestią kolejnego artykułu.

jedynie o tyle, o ile odnoszą się do ludzkiej osoby i do jej prawdziwego urzeczywistnienia, które może się dokonać wyłącznie w ramach ludzkiej natury"³.

Podchodząc do problemu metodologicznie poprawnie, należy najpierw, jak się wydaje, usytuować obydwie zasadnicze wielkości („godność człowieka” i „życie przed narodzeniem”) w aktualnej debacie bioetycznej. Nie ulega wątpliwości, że obydwie pojęcia są mocno i kontrowersyjnie dyskutowane, powodując polaryzację stanowisk. Różne szkoły etyczne, modele myślenia, pozycje konfesyjne zderzają się tu ze sobą. Przy okazji – przynajmniej hasłowo – podnosi się problem, jak może przebiegać komunikacja na poziomie przesłanek empirycznych i normatywnych w gąszczu argumentacji i pozycji. Jeśli dodać do tego mnogość wyobrażeń moralnych funkcjonujących w społeczeństwie, konkurujących ze sobą nie tylko międzykulturowo, lecz także w ramach jednego otwartego społeczeństwa, to słowo-klucz „pluralizm” osiąga taki stopień rozkwitu, że pojawia się zagrożenie uciekania na pozycje fundamentalistyczne i totalitarne, aby zyskać jakiś punkt orientacyjny.

Być może świadomość napiętrzonych trudności mediacyjnych na ww. obszarach sprawia, że etyka ma współcześnie w naukach biologicznych empirycznych dobrą koniunkturę – właśnie jako bioetyka. Co ciekawe, instytucjonalizuje się ona nie tylko (i nie tyle) na wyższych uczelniach, ile w różnych formach komisji bioetycznych. Nie trzeba przy tym szczególnej spostrzegawczości, aby stwierdzić, że „stary zestaw” reguł moralnych okazuje się niewystarczający dla tak sprofilowanych nowych potrzeb rozstrzygnięciowych.

Mogłoby się jednak wydawać, że pytania dotyczące obydwu zasadniczych dla nas wielkości – godności człowieka i życia prenatalnego – funkcjonowały od zawsze i nie ma potrzeby sięgania po nowe modele myślenia. Praktyka falsyfikuje jednak takie założenie, żeby przywołać tylko ugruntowane współcześnie przekonanie, iż to związek gospodarki, nauki i techniki przejął moc definicyjną nad życiem i według własnych interesów decyduje, kiedy rozpoczyna się życie

³ Jan Paweł II, Encyklika *Veritatis splendor*, Watykan 1993, nr 50 (wyróżn. P.M.).

człowieka. Warto przy tym pytać, czy przy takim sprofilowaniu współczesnej sceny społecznych oddziaływań głosy ekspertów, opinie komisji bioetycznych nie służą raczej jako alibi lub parawan. Pytania można by mnożyć, ale niech wystarczą powyższe, gdyż mają one służyć jedynie jako ilustracja złożoności rozstrzygnięć dotyczących interesujących nas, fundamentalnych kwestii. Do tego należy dodać otwarte wraz z rozwojem biomedycyny możliwości ingerencji, tworzenia i niszczenia oraz modyfikacji życia człowieka we wczesnych fazach rozwojowych w ramach medycyny reprodukcyjnej, zużywających badań na embrionach, selekcji embrionalnej, ingerencji genetycznych „ulepszających” w ramach *enhancement*.

Niepokojące jest, że analiza standardowej literatury przedmiotu dotyczącej niniejszej problematyki ujawnia szeroko rozpowszechniony trend argumentacyjny: najczęściej rozpoczyna się od razu od rozważania „za” i „przeciw” konkretnej opcji działania. Taki sposób podejścia – wyliczenie i rozważenie – jest jednak metodologicznie wadliwy i niewystarczający. Poprawne podejście pokazuje, że najpierw konieczne jest „ustawienie samej wagi”, jej legalizacja, aby potem dopiero ważyć. Do tego celu konieczna jest właściwa miara – także przy etycznym wyważaniu. Dopiero na takim podłożu można formułować wyważone rozstrzygnięcia złożonych problemów⁴.

Warto sobie uświadomić ten mankament, gdyż to wyjaśnia, dlaczego znalezienie właściwej miary (nie wytrycha!) w postaci *godności człowieka* jest tak ważne. Świadome jej wykorzystanie chroni przed pochopnym formułowaniem rozstrzygnięć, będących wyłącznie matematyczną średnią wyliczonych „za” i „przeciw”

⁴ Jako ilustrację poprawnego podejścia pozwolę sobie przywołać sposób działania ekspertów w EGE – członkowie gremium tak długo dyskutują ze sobą i z ekspertami zewnętrznymi, aż dojdzie do zintegrowania wszystkich istotnych punktów widzenia. Dopiero wtedy można sformułować opinię zawierającą wyważony konsens.

- rozstrzygnięć pragmatycznych i podporządkowanych oczekiwaniom grup interesu.

Wielość etycznych pryncypiów i różne ich katalogi⁵ sprawiają, że stanowczo trzeba stawiać pytanie o rzeczywistą i ostateczną podstawę, na której te pryncypia budują. Niewątpliwie godność człowieka, która – przynajmniej dla chrześcijan – ma swoje podstawy w judeo-chrześcijańskim obrazie człowieka, posiadającym swoje najgłębsze korzenie w byciu stworzonym na obraz Boży, jest taką podstawą dla etyki europejskiej. W nauczaniu Kościoła z kolei „Ewangelia miłości Boga do człowieka, Ewangelia godności osoby i Ewangelia życia stanowią jedną i niepodzielną Ewangelię”⁶.

Ta godność jest w równym stopniu fundamentem dla podstawowych dokumentów Unii Europejskiej i dla Konwencji Rady Europy o Biomedycynie, jak i dla nabudowanych na nich praw człowieka. Ta godność jest równocześnie miarą dla wagi, którą dokonuje się rozważanie dóbr w naszej kulturze etycznej. Przy jej pomocy „etyczna waga” dóbr jest legalizowana i kalibrowana. Na godności człowieka budowana jest argumentacja etyczna rozstrzygnięć zasadniczych problemów natury moralnej.

2. ADEKWATNE ROZUMIENIE GODNOŚCI

Szczególnie ceniony przeze mnie bioetyk austriacki, prof. Günter Virt⁷, z którym wielokrotnie dyskutowaliśmy analizowane tu

⁵ Od anglosaskiego pryncypializmu (pryncypia: poszanowanie autonomii, nie-szkodzenie, czynienie dobra i sprawiedliwość rozdzielcza) po jednej stronie, po godnościowy punkt wyjścia (nienaruszalna i niezbywalna godność) w ujęciu europejskim z zasadami: wolności, równości i solidarności, po drugiej.

⁶ Jan Paweł II, Encyklika *Evangelium vitae*, Watykan 1995, nr 2 (dalej: EV).

⁷ Em. Prof. Uniwersytetu Wiedeńskiego, wieloletni dyrektor Międzywydziałowego Instytutu Bioetyki tego uniwersytetu, trzecią kadencję z rzędu członek Europejskiej Etycznej Grupy Doradczej (*European Group on Ethics in Science and New Technologies* – EGE) przy prezydencji Komisji Europejskiej.

kwestie, opublikował niedawno tekst dotyczący interesującej nas problematyki, który stanowi dobry merytoryczny impuls wyjściowy. Tytuł tekstu brzmiał: „Godność człowieka nie jest skarbonką-świnką”⁸. Prowokacja zawarta już w samym tytule jest zamierzona. Czy istnieje związek między skarbonką a godnością człowieka. Bytowo stanowczo nie, mentalnościowo – jak się okazuje – można go dostrzec. Świnka-skarbonka służy dzieciom do tego, aby przy różnych okazjach zbierać coraz więcej drobnych pieniędzy i któregoś dnia skorzystać z nich, kiedy określona suma się uzbiera i będą potrzebne. Skarbonka nie jest więc zawsze tak samo pełna – jej zawartość rośnie stopniowo aż do pełni. Czy godność osoby można rozpatrywać w tych samych kategoriach? Śledząc bioetyczne debaty, można przypuszczać, że w ideowym tle niejednego stanowiska dotyczącego ochrony życia człowieka u jego początków stoi „problem skarbonki”, a więc stopniowości ludzkiej godności.

Różne wartościowe przedmioty, wartościowane zdolności i na pewno pieniądze można stopniować w kategoriach „mniej” lub „więcej”. Można je też wymieniać, kupować i sprzedawać, przyjąć lub odrzucić. Pointując, brzmiałoby to następująco: „przedmioty mają swoją cenę”... i od razu należałoby dodać: „a osoba – swoją godność”. Antagonizacja tych dwóch jakości każe więc odkryć lub uświadomić sobie na nowo, że człowiekowi przynależy godność (kantowska „samo-celowość człowieka”), której nie wolno (nie da się adekwatnie) wyrazić w kategoriach ilościowych czy procentowych. Uznać człowieka w jego godności oznacza więc respektować jego bycie jako człowieka, w bycie, który nie jest stopniowalny: jest człowiekiem i ma godność, albo nie jest i nie ma godności – *tertium non datur*. Można, rzecz jasna, pytać: dlaczego?⁹

⁸ G. Virt, „Die Menschenwürde ist kein Sparschwein“. Zur Graduierung der Menschenwürde in der bioethischen Debatte, w: R. Esterbauer, M. Ross (Hg.), *Den Menschen im Blick. Phänomenologische Zugänge. Festschrift für Günther Pöltner zum 70. Geburtstag*, Würzburg 2012, s. 281–296.

⁹ Niedawno ktoś z redaktorów dziwił się, dlaczego nie da się zaakceptować legalnej sprzedaży ludzkich organów, jak to zadekretowano w Singapurze. Przecież

W historii myśli ludzkiej godność człowieka była często deprecjonowana i to nierzadko w przypadkach usiłowania jej teoretycznego uzasadnienia. Nie na ostatnim miejscu przykładali do tego ręki autorzy, którzy starali się uzasadniać godność człowieka przez wskazanie na konkretne ludzkie zdolności, równocześnie ograniczając ją do osób, które takie zdolności aktualnie posiadały, w określonej sytuacji. Czy takie podejście oznacza stopniowalność godności? Jak u świnki-skarbonki – najpierw mniej, następnie coraz więcej? Taki scenariusz myślowy stanowi nie lada pokusę, zwłaszcza na początku ludzkiego życia, zwłaszcza gdy idzie o jej pierwszą prawną konsekwencję – o prawo człowieka – o prawo do życia. Szczególnie wtedy, gdy pojawia się konflikt z prawem do życia innej osoby, nie można uczciwie wybierać między godnością jednego człowieka a godnością drugiego, bo one nie są stopniowalne, bo są równe.

Po wszystkich powyższych wyjaśnieniach warto przytoczyć opisową definicję godności osoby, która obecnie stanowi podstawę rozstrzygnięć gremiów Unii Europejskiej. Pochodzi ona od angielskiego etyka Cheshire'a: „A suggested definition of human dignity is as follows: The exalted moral status which *every being of human origin uniquely possesses*. Human dignity is a *given reality*, intrinsic to the human substance, and not contingent upon any functional capacities which vary in degree. Evidence of this status may be found in such faculties as abstract reasoning, language, conscience, and free will, which human beings have the capacity to develop and exercise unless limited by disease, coercion, or the will. *The possession of human dignity carries certain immutable moral obligations*. These include, concerning the treatment of all other human beings, the duty to preserve life, liberty, and the security of persons, and concerning animals and nature, responsibilities of stewardship.

uchwalono takie prawo, a więc jest to w tym kraju legalne. Intuicyjna odpowiedź odsyłała do kantowskiej maksymy: jeżeli zamieni się godność z ceną, świat wartości staje na głowie. A fakt legalności pokazuje dobitnie, że nie wszystko, co jest prawnie dopuszczalne, jest moralnie do zaakceptowania.

A Christian understanding of human dignity will add to this the obligation to worship and magnify the Lord God, whose mercy endures forever"¹⁰.

Tak pojmowana godność człowieka jest warunkiem nie tylko praw człowieka, ale także każdego etycznego rozważania dóbr. Rozważając konkurencyjne dobra, nigdy nie możemy przedmiotem wyważania uczynić samej godności, lecz ona jest zawsze warunkiem i kryterium rozważania. Oznacza to, że każdy, kto próbowałby takiego zabiegu, zdradza porządek etyczny, który porządkuje nasz system wartości. Stąd: kiedy rozstrzyga się dylemat życie kontra życie – zaraz pojawia się pytanie, czy prawo do życia zapodmiotowane w godności człowieka może być wyważane z innymi dobrami niż życie, np. z użytecznością do badań i dla postępu wiedzy. W takim przypadku mielibyśmy do czynienia z wykroczeniem przeciw godności, skoro człowiek zostaje totalnie zinstrumentalizowany do roli surowca do badań. I dodajmy, że jest to najbardziej fundamentalne uderzenie w godność człowieka. Postulowanie stopniowości prawa do życia byłoby więc, jak widać, powiązane ze stopniowością samej godności człowieka.

3. NARRACYJNA TRUDNOŚĆ W ORZEKANIU O GODNOŚCI NASCITURUSA

Jak już wspomniałem, europejski porządek etyczno-prawny oparty jest na fundamencie godności człowieka. Na potwierdzenie tego faktu przywołajmy kilka sztandarowych tekstów. W preambule Powszechnej Deklaracji Praw Człowieka stwierdza się, że „uznanie *przyrodzonej godności oraz równych i niezbywalnych praw* wszystkich członków wspólnoty ludzkiej jest podstawą wolności, sprawiedliwości i pokoju świata”. Z kolei w Karcie Praw

¹⁰ W. Cheshire, Toward a Common Language on Human Dignity, "Ethics and Medicine" 2002, nr 18:2, s. 10. (wyróżn. P.M.).

Podstawowych Unii Europejskiej (2010)¹¹, która jest częścią Traktatu Lizbońskiego, czytamy już w art. 1.: „Godność człowieka jest nienaruszalna. Musi być szanowana i chroniona”, zaś w kolejnym (2.1): „Każdy ma prawo do życia”. Te i podobne sformułowania pozwalają na wyprowadzenie trzech podstawowych tez:

- „1. Godność jest dana człowiekowi dlatego, że jest członkiem ludzkości. Więcej się nie wymaga.
2. Uznanie godności jest podstawą wszystkich praw.
3. Godność należy nie tylko szanować, lecz także chronić, tzn. należy zapobiegać jej naruszeniom, a to oznacza: im człowiek jest słabszy i mniejszy, tym bardziej należy go chronić”¹².

Wydawać by się więc mogło, że takie postawienie sprawy rozwiązuje tytułowy problem. Wniosek jest jednak błędny. Najpierw mamy bowiem do czynienia z kwestionowaniem godności jako kategorii miarodajnej, co często dochodzi do głosu zwł. w niemieckim obszarze językowym¹³. Po drugie, odnotować trzeba zabiegi wyłączające pewne grupy istot ludzkich z zakresu posiadających godność (*human being* i *human person*). Po trzecie wreszcie, pewne konotacje językowe na poziomie języka potocznego – i przy nich się na moment zatrzymamy – nie ułatwiają aplikowania godności do nienarodzonych. W ostatnim przypadku odnotować możemy trzy symptomatyczne odslony narracyjne:

1. Mówiąc o godności, mamy przed oczyma człowieka szanowanego, posiadającego osobowościową jakość, dobrze sytuowanego, sprawnego. Taka konotacja zostaje wzmocniona przez medialne przekazy „nosicieli godności” spośród gwiazd,

¹¹ Tekst zob. np. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2010:083:0389:0403:pl:PDF>, 10.11.2012.

¹² G. Virt, Menschenwürde schon vor der Geburt?, w: K. Baier, M. Riedenauer (Hg.), Die Spannweite des Daseins. Philosophie, Theologie, Psychotherapie und Religionswissenschaft im Gespräch, Wien 2011, s. 225.

¹³ Zob. np. H. Bielefeld, Auslaufmodell Menschenwürde. Warum sie in Frage steht und warum wir sie verteidigen müssen, Freiburg im Br. 2011.

moderatorów, politycznych autorytetów itp. Według tej logiki, im więcej uznania, tym więcej godności. Dla naszej problematyki oznacza to komunikat, że godność może wzrastać i zmniejszać się, np. z powodu starości i naznaczenia chorobą, odrzucenia czy marginalizacji. Kolejnym krokiem jest mówienie o życiu niegodnym życia, które trzeba przerwać choćby przez samobójstwo wspomagane. Takie podejście nazywane bywa „pułapką empiryczną” godności, jako że aplikuje się ją jedynie wtedy, kiedy ją „widać”;

2. Drugie wyobrażenia godności rozpowszechnione społecznie wiąże ją z autonomią – kto jest autonomiczny, a więc może decydować i wybierać, tego się szanuje, a więc odpowiada się na jego godność. Pojawia się więc odwrócona prawidłowość: zamiast samoświadomy wybór traktować jako konsekwencję godności człowieka, obiera się autonomiczne samostanowienie jako sprawdzian („papierek lakmusowy”) godności;
3. Po trzecie wreszcie – jako przedłużenie poprzedniego wariantu – nasze wyobrażenie człowieka-nosiciela godności związane jest dość sztywno ze świadomością, wolnością i zdolnością do działania, mimo iż nie zawsze tak świadomi i wolni jesteśmy. Należałoby więc do pojmowania godności włączyć także stany, które są przed i po etapie świadomym. Analogicznie do poprzedniej terminologii można by w tym przypadku mówić o „pułapce świadomościowej” godności, skoro „przyznawana” jest ona wyłącznie podmiotom, które wyrażają i bronią swoich interesów. W tym kontekście nie na ostatnim miejscu w utwierdzaniu negatywnej odpowiedzi na pytanie o godność przed urodzeniem „zasłużyli się” tacy bioetycy, jak Peter Singer, którzy tak mocno akcentują powyższe „mierzalne kryteria człowieczeństwa”, że stają się one kryteriami wykluczającymi i wykluczającymi.

Wszystkie powyższe wyobrażenia i konotacje językowe związane z godnością stają na drodze aplikowania godności nienarodzonemu. Ich przewyciężenie wymagałoby świadomej pracy

intelektualnej, o której sensowności niekoniecznie jesteśmy jako społeczeństwo przekonani. Jeżeli chce się uniknąć powyższych pułapek, należałoby powiązać godność z bytem człowieka – bez wartościowania, jak daleko jest on rozwinięty, zdolny do funkcjonowania itp. – i tak też interpretować wypowiedzi dokumentów kodyfikujących prawa człowieka.

4. OD KIEDY LUDZKI BYT CZŁOWIEKA OBDARZONEGO GODNOŚCIĄ?

W tym miejscu nieuchronnie pojawia się jednak pytanie: kiedy i jak człowiek zyskuje swój ludzki byt. Implikuje ono problem mediacji między danymi empirycznymi i normatywnymi, co jest zadaniem (bio)etyki stosowanej. Problem należy uzupełnić o pytanie o znaczenie współczesnych odkryć empirycznych dla etyki normatywnej. Jak już wspomniano, moc definicyjną w kwestii „kiedy i jak pojawia się człowiek” usurpują sobie w naszym społeczeństwie „połączone siły” gospodarki, nauki i techniki, wsparte medialnie i autorytetem komisji etycznych. Jakie interesy rozstrzygają, że to już lub jeszcze nie człowiek (posiadający godność)?

I znowu odpowiedź odnajdujemy już na poziomie semantycznym: jedni mówią o „ludzkim embrionie”, drudzy o „człowieku embrionalnym”. Obydwa sposoby mówienia ujawniają pozycje, jakie zajmują ich przedstawiciele. Kto mówi o „embrionie” wybiera jego jako pojęcie wiodące do określenia podmiotu, a raczej przedmiotu, którym można operować – domyślnie jako nie posiadającym godności, bo to przecież embrion, nie człowiek¹⁴. Natomiast w modnym pojęciu „pre-embrion” zawarta jest sugestia, że to nawet nie embrion, a więc jeszcze coś mniej! W przypadku drugiego sposobu opisywania istoty ludzkiej przed urodzeniem w centrum stoi człowiek, którego stan rozwojowy zostaje opisany

¹⁴ Według tego scenariusza działa prawo patentowe, które odnoszone jest – poza zwierzęcymi – także do embrionów ludzkich.

jako wczesny (embrionalny). Jak widać, w obydwu opisach stanu przedurodzeniowego zawarte jest już przekonanie wartościujące.

Wracając do pytania o znaczenie danych empirycznych, to poza ich niedogmatycznym, tj. dopuszczającym zmianę charakterem, należy uwzględnić, że często zawierają one nie tylko interpretację w postaci odpowiedniego postawienia problemu, lecz także ukryte wartościowanie, skoro badania empiryczne prowadzone są z ludzkiego interesu i przekazywane człowiekowi przez człowieka. Ponadto, każde odkrycie empiryczne powstaje na bazie koniecznego redukcjonizmu metodycznego, który nie jest problemem tak długo, jak długo badacz ma jego świadomość i w prezentacji wyników nie dochodzi do przekraczania granic (m.in. kompetencyjnych). Kompetencyjnie zaś podchodząc do problemu, należy podnieść, że odpowiedź na pytanie: co to znaczy być człowiekiem? jest nie tylko i nie tyle zadaniem empirycznym, lecz humanistycznym, tj. filozoficzno-teologicznym.

Żeby uświadomić, jak rozległych obszarów dotykamy, pytając o początek konkretnego człowieka, odwołajmy się raz jeszcze do Jana Pawła II: „Tak więc wraz z poczęciem nowego człowieka, wraz z jego urodzeniem, rodzice stają prawdziwie wobec wielkiej tajemnicy. Nowa ludzka istota jest – tak jak oni sami – powołana do istnienia osobowego, jest powołana do życia w prawdzie i miłości. Powołanie zaś otwiera się nie tylko na całą doczesność. Otwiera się ono na wieczność w Bogu. Jest to ten wymiar genealogii osoby, który ostatecznie odsłonił nam Chrystus, rzucając światło Ewangelii na ludzkie życie i umieranie, a przez to również – na znaczenie ludzkiej rodziny” (LdR 9). Przekonanie o istnieniu tej tajemnicy *uczy pokory wobec człowieka*, pokory, która nie ogranicza człowieka wyłącznie do biologii i akceptuje także niematerialne jego wymiary.

Taka konstatacja prowadzi do – nie tylko teologicznej – reinterpretacji danych nauk empirycznych. Okazuje się wtedy, że jeśli z coraz dokładniejszej znajomości procesu początków życia ludzkiego próbuje się wyprowadzić tezę o stopniowości godności człowieka (hasło: skarbonka-świnka), to należy zdemaskować

sugestię, jakoby był to wynik danych empirycznych. Absurdalność „gromadzenia godności” z wiekiem nie pochodzi z empirii, tylko z błędnych założeń antropologicznych, z fałszywej przesłanki, że godność jest podzielna i narastająca. Skoro godność jest ludzkim bytem, rozciąga się nieprzerwanie na cały cykl życia człowieka. To nie embrion stał się urodzonym i dorosłym człowiekiem, lecz człowiek jest tym, który przez wszystkie fazy rozwojowe wciąż już był człowiekiem. Nie jakaś faza życia jest podmiotem bycia, lecz człowiek w czasie cyklu swojego życia, co prawda, się zmienia, ale nie staje się innym bytem. To pozwala na wyprowadzenie z powyższych przesłanek tezy, że od zaistnienia istoty ludzkiej ma ona godność, bo jest człowiekiem i rozwija się jako człowiek, o czym informuje przymiotnik „ludzka”, stanowiący uszczegółowiający opis tej żywej istoty.

Na marginesie, w opisie początków człowieka zawartym w dokumentach Kościoła pojawia się inny problem, który warto podnieść, mianowicie mówienie – przynajmniej we wcześniejszych dokumentach¹⁵ – o „momencie poczęcia”, podczas gdy współczesne nauki empiryczne zajmujące się początkiem biologicznym istoty ludzkiej wskazują na proces, a nie chronologiczny moment. Należy jednak odnotować pojawiające się korektury, skoro DP obok siebie zestawia już obydwa opisy: „moment” i „proces”.

Szukając odpowiedzi na pytanie o cezurę zaistnienia człowieka jako obdarzonego godnością podmiotu, odnajdujemy w nauczaniu Kościoła dwa uzupełniające się podejścia. Powszechnie znane jest *ujęcie teologiczne*, według którego człowiekiem jest się od faktu zaistnienia. Bóg stwarza człowieka na swój obraz, godność jest wewnętrzną cechą czy właściwością człowieka, niezależną od zewnętrznych warunków. Ponieważ Bóg mówi do człowieka „Tak” w samym akcie stworzenia, żaden człowiek nie powinien mówić „Nie” do drugiego człowieka, także u początków jego bytowania. Bóg jest Panem życia człowieka i On się o każdego człowieka upomni. W takiej optyce nie ma miejsca na stopniowanie

¹⁵ Tak np. Instrukcja *Donum vitae* (1987).

godności człowieka, na relatywizowanie jego prawa do życia i to od poczęcia.

Drugie ujęcie posiłkuje się danymi nauk przyrodniczych i jemu poświęcimy nieco uwagi, gdyż pozostaje w związku z niniejszą sesją, a także proponuje mniej znane podejście do problemu godności człowieka u jego początku. Wspomniane podejście równolegle odnajdujemy i w opracowaniach bioetycznych, i w dokumentach Magisterium Kościoła. Tok rozumowania przedstawia się następująco: Prawo do życia jest fundamentalnym prawem człowieka, na którym wyrastają wszystkie pozostałe prawa człowieka. Dyskusja toczy się na temat początku życia ludzkiego – od kiedy można mówić o godności człowieka. Paleta stanowisk na ten temat jest imponująco rozbudowana, o czym szerzej w kolejnym przyczynku. Nowoczesne nauki pokazują, że rozpoczęcie życia ludzkiego nie jest momentem, lecz – jak wspomniałem – procesem. To właśnie czyni debatę szczególnie gorącą, ponieważ musimy rozstrzygnąć, jak rozpoznać godność człowieka w tak zróżnicowanym procesie u początku powstawania człowieka. *Ponieważ chodzi o fundamentalne dobro naszego porządku społecznego, w przypadku wątpliwości należy rozstrzygać na korzyść życia (bycia) człowieka i na rzecz uznania godności.*

W nauczaniu Kościoła natrafiamy na teksty, które wprost używają takiej tutiorystycznej figury argumentacyjnej, przy czym rozpocznę od dokumentu, który stanowi *Ewangelię życia człowieka* – od encykliki o takiej nazwie. Jan Paweł II wychodzi od fundamentalnego problemu: „Niektórzy próbują usprawiedliwić przerywanie ciąży, uważając, że owoc poczęcia przed upływem pewnej liczby dni nie może być uważany za osobowe życie ludzkie” (EV 60). Następnie przedstawia obecne od wieków przekonanie, że stanowczo mamy do czynienia z człowiekiem¹⁶, aby zakończyć interesu-

¹⁶ Tekst brzmi: „W rzeczywistości, ‘od chwili zapłodnienia komórki jajowej rozpoczyna się życie, które nie jest życiem ojca ani matki, ale nowej istoty ludzkiej, która rozwija się samoistnie. Nie stanie się nigdy człowiekiem, jeżeli nie jest nim od tego momentu. Tę oczywistą prawdę, zawsze uznaną, (...) nowoczesna

jącym nas stwierdzeniem: „Chodzi tu zresztą o sprawę tak wielką z punktu widzenia powinności moralnej, że *nawet samo prawdopodobieństwo istnienia osoby wystarczyłoby dla usprawiedliwienia najbardziej kategorycznego zakazu wszelkich interwencji zmierzających do zabicia embrionu ludzkiego*”¹⁷.

Ciąg dalszy cytowanego tekstu pozostaje w tym klimacie uzasadnień, przywołując ponadto kolejne dokumenty, których autorzy stosują podobne wyrażenie i uzasadnienie. Jan Paweł II stwierdza, że owa *wystarczalność prawdopodobieństwa* sprawia, iż „niezależnie od dyskusji naukowych i stwierdzeń filozoficznych, w które Magisterium nie angażowało się bezpośrednio, Kościół zawsze nauczał i nadal naucza, że owoc ludzkiej prokreacji od pierwszego momentu swego istnienia ma prawo do bezwarunkowego szacunku, jaki moralnie należy się ludzkiej istocie w jej integralności oraz jedności cielesnej i duchowej” (EV 60). Papież powołuje się przy tym na Instrukcję *Donum vitae*¹⁸: „*Istota ludzka powinna być szanowana i traktowana jako osoba od momentu swego poczęcia i dlatego od tego samego momentu należy jej przyznać prawa osoby, wśród których przede wszystkim nienaruszalne prawo każdej niewinnej istoty ludzkiej do życia*”.

W tym samym akapicie dokumentu wyjściowego powtórzono raz jeszcze, że „*embrion powinien być traktowany jako osoba, musi on być również chroniony w swojej integralności i leczony w możliwych granicach, jak każda istota ludzka podległa opiece lekarskiej*”. Dla uczciwości trzeba dodać, że równolegle z taką argumentacją powraca potwierdzenie teologicznego przekonania, że od poczęcia

genetyka potwierdza cennymi dowodami. Ukazała ona, że od pierwszej chwili istnieje dokładny program tego, kim będzie ta żywa istota: człowiekiem, tym konkretnym człowiekiem, którego cechy szczególne są w pełni określone. Od zapłodnienia rozpoczynają się dzieje życia człowieka, choć potrzeba czasu, aby każda z jego wielkich potencjalnych zdolności w pełni się ukształtowała i mogła być wykorzystana’.” (Tamże).

¹⁷ Tamże (wyróżn. P.M.).

¹⁸ Kongregacja Nauki Wiary, Instrukcja *Donum vitae*, Watykan 1987, I.1 (dalej: DV).

rozpoczyna się życie nowej istoty ludzkiej. Podobnie stawia sprawę *Katechizm Kościoła katolickiego* w numerze 2274, stwierdzając, że: „Ponieważ *embrion powinien być uważany za osobę od chwili poczęcia*, powinno się bronić jego integralności, troszczyć się o niego i leczyć go w miarę możliwości jak każdą inną istotę ludzką”.

Ciekawą kontynuację wypowiedzi z DV znajdujemy w najnowszym dokumencie bioetycznym Kongregacji Nauki Wiary – w Instrukcji *Dignitas personae* dotyczącej niektórych problemów bioetycznych (2008; dalej: DP). Po przytoczeniu kluczowego tekstu z DV, który nazwany zostaje „podstawowym kryterium etycznym”, autorzy dokumentu kontynuują: „Instrukcja *Donum vitae* nie stwierdziła wprawdzie, że embrion jest osobą, aby nie formułować wyraźnego stwierdzenia natury filozoficznej, zwróciła jednak uwagę na fakt, że istnieje ściśle powiązanie między wymiarem ontologicznym a specyficzną wartością każdej istoty ludzkiej. Choć istnienia duchowej duszy nie da się stwierdzić na podstawie obserwacji żadnych danych doświadczalnych, to jednak same wyniki badań naukowych dotyczących ludzkiego embrionu dostarczają «cennej wskazówki dla rozumowego rozpoznania obecności osobowej, od pierwszej chwili pojawienia się życia ludzkiego: [...]». Rzeczywistość istoty ludzkiej przez całe jej życie, przed narodzeniem i po narodzeniu, nie pozwala mówić ani o zmianie natury, ani o stopniowym wzroście wartości moralnej, posiada ona bowiem pełną kwalifikację antropologiczną i etyczną. A zatem embrion ludzki od samego początku ma *godność właściwą osoby*”. (DP 5) „Poszanowanie tej godności należy się *każdej istocie ludzkiej*, gdyż są w niej zapisane w sposób niezatarty właściwa jej godność i wartość” (DP 6).

W literaturze bioetycznej przekonująco sformułował tutiorystyczną tezę o ostrożności działania w niewiedzy m.in. cytowany już prof. Virt: „We wszystkich dyskusjach o tworzeniu bliźniąt, mozaikowatości i znaczeniu (nie cezurze) zagnieżdżenia itd. nikt nie potrafił mi jeszcze udowodnić, że ten najmniejszy i nieujawniony, tak ryzykowny i niebezpieczny początek naszego bycia człowiekiem nie należy do życia ludzkiego i że ochrona godności nie

powinna się rozciągać także na ten początek. A ponieważ w przypadku życia człowieka (ludzkiego) chodzi o dobro fundamentalne, należy je szanować i chronić także w ukryciu i ryzykowności tego niepozornego początku. Z ukrytości, więcej jeszcze: z niewiedzy nie wynika argument za nieistnieniem życia człowieka”¹⁹. Jako argument wspierający przekonanie o istnieniu godności człowieka w okresie przedurodzeniowym przywołał osiągnięcia antropologii prenatalnej i potrzebę jej dalszego rozwijania, zwłaszcza w połączeniu z akcentowaniem dialogicznej natury człowieka, z docenieniem relacji, którą nienarodzony buduje już przed urodzeniem ze swoim otoczeniem.

Jako specyficznie chrześcijański argument warto przywołać opcję preferencyjną na rzecz ubogich zaaplikowaną do życia poczętego: „Teologiczne motywy poruszają nas, aby szanować słabych i małych z wszystkimi konsekwencjami, w przypadkach kiedy są oni zostawieni na pastwę siły decyzyjnej i fizycznej silniejszych. Argumentacja i świadectwo razem są nie do pokonania, jak pokazuje historia”, stwierdza Virt²⁰. Troska o respektowanie godności słabych jest punktem centralnym katolickiej nauki społecznej i powinna zostać bez zastrzeżeń odniesiona także do słabych istot ludzkich u początku ich egzystencji. Opcja preferencyjna na rzecz ubogich i słabych, do których nienarodzeni niewątpliwie należą, jest istotną opcją chrześcijańską.

Pewne światło na teologiczne dyskusje dotyczące badanej problematyki rzuca także rozstrzygnięcie kwestii momentu

¹⁹ „Bei allen Debatten um Zwillingsbildung, Mosaikbildung und die Bedeutung (nicht Zäsur) der Nidation usw. konnte mir noch niemand beweisen, dass dieser kleinste und unscheinbare und so riskierte und gefährdete Beginn unseres Menschseins nicht zum Menschenleben gehört und dass sich der Würdeschutz nicht auch auf den Beginn erstrecken sollte. Da es sich beim Menschenleben um das grundlegende Gut handelt, ist es auch in der Verborgenheit und Riskiertheit des unscheinbaren Beginns zu schützen und zu würdigen. Aus der Verborgenheit, ja mehr noch aus dem Nichtwissen folgt kein Argument für die Nichtexistenz eines Menschenlebens”. G. Virt, *Menschewurde*, s. 231.

²⁰ Tamże, s. 232.

animacji płodu, a więc odpowiedzi na pytanie: od kiedy ludzka istota posiada duszę? Problematyka ta wkracza na grunt refleksji filozoficznej, a posiłkuje się danymi nauk empirycznych. Rozwiązanie problemu jest nie tylko historycznie ciekawe, ale i merytorycznie ważne²¹, zważywszy, że moment animacji uznawany był przez wieki za kryterium człowieczeństwa. Jako że była to przez wieki oficjalna doktryna Kościoła, dziwić może brak definitywnego rozstrzygnięcia.

Zwolennicy umiarkowanego stanowiska uznają zaistnienie tej całości w okresie prenatalnym. Kościół Wschodni tradycyjnie optował za animacją poczęciową, natomiast Zachód skłaniał się ku animacji późnej. Podkreśla się przy tym, że teza (np. św. Tomasza) o późnej animacji płodu – wynikająca z błędnej biologii, przejętej od Arystotelesa (dusza wegetatywna, zwierzęca, a dopiero potem ludzka następujące kolejno po sobie w rozwoju embrionalnym) – nigdy nie została odrzucona. Jej konsekwencje są jednak poważne, gdyż unicestwienie życia na etapie preanimacyjnym, mimo iż niedozwolone, nie byłoby zabójstwem człowieka i uderzeniem w ludzką godność. Polemicznie stwierdza się, że rozróżnianie między „zabójstwem istoty ludzkiej” (nieanimowanej) a „morderstwem” (odebranie życia istocie animowanej) jest scholastyczne i w ocenie moralnej czyn pozostaje występkiem przeciw życiu ludzkiemu²².

Współczesne wypowiedzi Kościoła odchodzą od argumentowania z momentu animacji²³ i opierają zakaz ingerencji w poczęte

²¹ Przegląd stanowisk na gruncie polskim, zob. np. T. Ślipko, *Granice życia. Dylematy współczesnej bioetyki*, Warszawa 1994, wyd. 2, s. 123141.

²² Por. J. Wróbel. Kiedy ciało ludzkie może „przyjąć” duszę rozumną? „W Drodze” 1990, nr 3, s. 26.

²³ Stąd zaskakująco brzmią propozycje, które pojawiają się w rodzimych dziennikach w ramach debaty bioetycznej. Autor GW stwierdza np., że skoro nie da się naukowo ustalić, na jakim etapie rozwoju zarodka dochodzi do animacji, „byłoby pożyteczne, gdyby Kongregacja Nauki Wiary rozważyła zmianę poglądu i przyjęła stanowisko, że do animacji zarodka dochodzi w chwili jego zagnieżdżenia”. M. Krzanowski, *Od kiedy człowiek?*, „Gazeta Wyborcza” z dn. 6.11.2012.

życie na wspomnianej już zasadzie: „nie należy działać na szkodę, ponieważ nie można z pewnością wykluczyć”. W tym schemacie myślowym plasuje się rozwiązanie przedstawione w *Deklaracji o przerywaniu ciąży*, które brzmi następująco:

„Deklaracja ta świadomie nie podkreśla kwestii momentu animacji. Nie ma bowiem co do tego jednogłośnej tradycji i autorzy współcześni jeszcze różnią się między sobą. Jedni mianowicie twierdzą, że to występuje w pierwszej fazie życia, drudzy, że wtedy dopiero, gdy zarodek zatrzyma się we właściwym miejscu. Niewątpliwie nie do nauki należy rozstrzyganie tych kwestii, ponieważ zagadnienie duszy nieśmiertelnej wykracza poza jej zakres. To jest właściwie dyskusja filozoficzna, od której nasza moralna afirmacja pozostaje niezależna z dwóch względów: 1) jeśli nawet utrzymuje się, że animacja następuje później, to mimo to w płodzie zaczyna się ludzkie życie (o którym wiadomo z biologii), które i przygotowuje się, i wymaga duszy; dzięki niej doskonali się natura otrzymana od rodziców; 2) jeżeli zaś tzw. *wlanie duszy uważa się tylko za prawdopodobne (czegoś przeciwnego bowiem nie da się ustalić)*, to odebranie życia jest tym samym co narażenie się na niebezpieczeństwo zabicia człowieka, który jest nie jakby w oczekiwaniu, ale już obdarty duszą”²⁴. Jak widać, w dokumencie powraca tutiorystyczny sposób rozwiązywania problemu – w przypadku wątpliwości należy powstrzymać się od działania na szkodę.

Od *Listu do Rodzin* rozpocząłem, cytatem z tego tekstu chcę zakończyć, ponieważ trafnie pointuje on podejmowane powyżej kwestie: „Nowy człowiek od chwili poczęcia, a potem urodzenia, przeznaczony jest do tego, ażeby w pełni wyraziło się jego człowieczeństwo – ażeby się ono ‘urzeczywistniło’. [...] ‘Być człowiekiem’ – to podstawowe powołanie człowieka: ‘być człowiekiem’ na miarę daru, jaki otrzymał. Na miarę tego ‘talentu’, którym jest samo człowieczeństwo, a z kolei dopiero na miarę wszystkich

²⁴ Kongregacja Nauki Wiary, Deklaracja o przerywaniu ciąży *De abortu procurato*, Watykan 1974, nr 13, przyp. 19.

talentów, jakimi został obdarzony...” (LdR 9). Podstawowym talentem pozostaje więc człowieczeństwo człowieka i bytowo należąca do człowieka godność.

CZY EMBRION LUDZKI JEST OSOBĄ LUDZKĄ?¹

KS. ANDRZEJ MUSZALA

Międzywydziałowy Instytut Bioetyki Uniwersytetu Papieskiego Jana Pawła II
w Krakowie

Czy embrion² ludzki jest osobą ludzką? Tym niezwykle frapującym pytaniem, o ogromnym znaczeniu, zajmiemy się – w miarę naszych możliwości – w niniejszym artykule. W celu obiektywnego i całościowego znalezienia nań odpowiedzi należy podjąć wątki

¹ W niniejszym artykule wykorzystałem treści i myśli zawarte w artykule mojego autorstwa zatytułowanym *Czy embrion ludzki jest osobą ludzką? Pytanie o osobowy status embrionu* i opublikowanym w książce *Badania nad embrionami ludzkimi w świetle etyki i prawa*, red. E. Podres i T. Stawecki, Warszawa, WUW 2012, s. 17–39 oraz w referacie *Koncepcja człowieka wg św. Pawła i jej implikacje dla bioetyki* wygłoszonym podczas XIII Dni interdyscyplinarnych Wydziału Teologii UWM w Olsztynie pt. „Mózg – umysł – dusza. Teologia, filozofia i nauki empiryczne w sporze o adekwatną antropologię” w dniu 13 listopada 2012 r.

² *Embrion* (gr. młody; zarodek, płód ludzki), w znaczeniu ścisłym, oznacza rozwijającą się istotę ludzką w pierwszej fazie jej istnienia, tzn. od zapłodnienia, poprzez stadium zygoty, moruli i blastocysty, wytworzenie embrioblastu i trofoblastu oraz zagnieżdżenie w macicy, aż do ukształtowania organów, czyli do końca ósmego tygodnia ciąży; Por. M. Machinek: *Embrion ludzki*, w: A. Muszala (red.), *Encyklopedia bioetyki*, Radom 2007, s. 167. Próg ósmego tygodnia jest przyjmowany umownie, nie zaś jako istotna cezura w rozwoju prenatalnym. Po tym czasie mówi się już nie tyle o embrionie, ile raczej o płodzie ludzkim. W naszym artykule rozszerzamy jednak tę definicję i stosujemy termin „embrion” na określenie wszelkich stadiów rozwojowych człowieka przed narodzeniem.

mieszczące się w różnych płaszczyznach: biologicznej, filozoficznej, prawnej, teologicznej. Pytanie o status embrionu ludzkiego może być bowiem rozmaicie rozumiane i rozpatrywane przez przedstawicieli różnych profesji. I tak np. biologowie posługują się takimi terminami jak: „zygota”, „zapłodnienie”, „embrion”/„zarodek”³, „implantacja”, „organogeneza” itp. Używają ich w celu opisu biologicznych procesów prowadzących do powstania, a następnie rozwoju ludzkiego zarodka w pierwszych dniach i tygodniach jego istnienia. Z kolei filozofowie pytają o moment poczęcia, „animacji” embrionu ludzkiego (w którym momencie biologiczny komponent człowieka otrzymuje duszę?), jego „hominizacji” (od kiedy embrion staje się człowiekiem?), i „personalizacji” (od którego momentu mamy do czynienia z osobą ludzką?). Prawnicy usiłują odpowiedzieć na pytanie, od kiedy ludzkiemu embrionowi można przypisać „prawa człowieka” (szczególnie prawo do życia i bezpieczeństwa⁴) i – co jest z tym związane – czy można by było we wczesnym okresie rozwoju prawnie zezwolić na jego zniszczenie lub „usunięcie”, które nie byłoby ocenione jako zabicie osoby ludzkiej. W końcu teologowie stawiają przed oczyma właściwe sobie kwestie, pytając o stworzenie człowieka na obraz Boży (czy przysługuje on już ludzkiemu embrionowi?), obecność nieśmiertelnej duszy i możliwość uczestnictwa w życiu wiecznym poronionych we wczesnym stadium ludzkich zarodków. Jak zatem widać, kwestia osobowego statusu embrionu jest bardzo szeroka i może być rozpatrywana pod różnym kątem. Mając to na uwadze, możemy na wstępie stwierdzić, że na pytanie „Czy embrion ludzki jest osobą ludzką?” możliwe są trzy odpowiedzi:

³ W niektórych środowiskach medycznych preferuje się używanie terminu „zarodek” ludzki, zamiast „embrion”. Jednakże piszący czuje się upoważniony do dalszego używania słowa „embrion” zamiennie ze słowem „zarodek”. Termin ten jest słowem spolszczonym z greki starożytnej i wszedł już do naszego języka; od niego pochodzą chociażby takie terminy jak: „embriologia” czy „embriogeneza”.

⁴ Por. *Powszechna Deklaracja Praw Człowieka ONZ*, art. 3.

- Nie – embryon ludzki nie jest osobą ludzką, ale się nią staje w późniejszym momencie;
- Tak – embryon ludzki jest osobą ludzką od samego początku (od zapłodnienia/poczęcia);
- Być może embryon ludzki jest osobą ludzką od samego początku (od zapłodnienia).

Podział ten ilustruje poniższy schemat:

Teorie statusu embryonu ludzkiego <i>(Czy embryon ludzki jest osobą ludzką?)</i>		
Człowieczeństwo opóźnione (sukcesywne; animacja opóźniona; pośrednia) (NIE – embryon ludzki nie jest osobą ludzką, ale się nią staje w późniejszym momencie)	Człowieczeństwo od początku (symultaniczne; animacja równoczesna; bezpośrednia) (TAK – embryon ludzki jest osobą ludzką od samego początku) • od zapłodnienia lub • od stadium uformowanej zygoty	? (BYĆ MOŻE embryon ludzki jest osobą ludzką od samego początku)
Kryteria: 1. kryterium dnia siódmego 2. kryterium dnia czternastego (implantacji) 3. kryterium dnia czterdziestego (neurologiczne) 4. kryterium zdolności do samodzielnego istnienia (6–7 miesiąc po zapłodnieniu) 5. kryterium narodzin 6. kryteria psychologiczne 7. kryteria społeczne	Kryteria: 1. kryterium przynależności gatunkowej 2. ciągłości rozwojowej 3. kryterium tożsamości 4. kryterium potencjalności	

Poddajmy bliższej analizie argumentację zwolenników poszczególnych stanowisk w ukazanej kolejności.

I. EMBRION LUDZKI NIE JEST OSOBĄ LUDZKĄ. BIOLOGICZNO-SPOŁECZNE KRYTERIA OPÓŹNIONEGO CZŁOWIECZEŃSTWA I ODPOWIEDŹ ZWOLENNIKÓW CZŁOWIECZEŃSTWA RÓWNOCZESNEGO

Zwolennicy opóźnionego człowieczeństwa najczęściej odwołują się do pewnych faktów embriogenezy i organogenezy, które – ich zdaniem – decydują o tym, że nie można mówić o istnieniu pełnoprawnej osoby ludzkiej od samego początku, czyli od momentu zapłodnienia. Ludzki zarodek w pierwszych dniach niczym nie różni się od zwykłej komórki, a następnie tkanki i dopiero po pewnym czasie zaczyna wykazywać anatomiczne lub fizjologiczne cechy, które predysponują go do zaliczenia do grona ludzi. Zwolennicy tzw. animacji (personalizacji, hominizacji) opóźnionej ludzkiego embrionu różnią się jednak między sobą w orzekaniu, jaki próg czasowy należy uznać za decydujący, i prezentują całą gamę możliwych rozwiązań. Oto one:

1. Kryterium siódmego dnia

Mówi ono, że ludzkiego embrionu nie można uznać za człowieka na pewno w pierwszym tygodniu po zapłodnieniu, gdyż w tym czasie komórki wykazują jeszcze cechę tzw. totipotencjalności a następnie multipotencjalności, czyli możliwości wytworzenia różnych organów i tkanek, a nawet całego nowego organizmu. Wczesny zarodek ludzki jest swoistym rezerwuarem tzw. embryonalnych komórek macierzystych, które mogłyby służyć jako biologiczny materiał wyjściowy do uzyskiwania tkanek potrzebnych do przeszczepów. Zatem aż do stadium blastuli nie mamy jeszcze do czynienia z istotą choćby w minimalnym stopniu ukształtowaną. Stąd wniosek: nie jest on jeszcze człowiekiem.

Zwolennicy animacji równoczesnej odpowiadają na ten argument, odwołując się do biologicznego faktu występowania komórek multipotencjalnych także w dorosłym organizmie (tzw. somatycznych komórek macierzystych, występujących szczególnie w szpiku kostnym). Gdyby przyjąć kryterium siódmego dnia, wówczas należałoby stwierdzić, że przez całe życie mamy do czynienia z człowiekiem nie w pełni ukształtowanym⁵. Ponadto niektórzy genetycy (np. S. Leone) twierdzą, że całkowity zanik totipotencjalności komórek następuje dużo wcześniej, bo już na poziomie trzech komórek, a więc około 30–40 godzin od zapłodnienia⁶.

Inni zwolennicy opóźnionej hominizacji ludzkiego embrionu (zwłaszcza reprezentujący środowisko biologów) odwołują się do odwrotnego doświadczenia, przeprowadzonego przez S. Yamanakę, któremu udało się cofnąć niektóre dorosłe komórki do stadium embrionalnych komórek macierzystych (ang. IPS – *induced pluripotent stem cells*). Doświadczenie to było dokonane jednak tylko na komórkach mysich i pozostaje otwartym pytaniem, czy istnieje możliwość uzyskania ludzkich totipotencjalnych komórek macierzystych, które mogłyby dać początek nowemu organizmowi. Jeśliby nawet odpowiedź okazała się w przyszłości pozytywna (co w świetle obecnych badań wydaje się mało prawdopodobne), to fakt ten nie negowałby – zdaniem zwolenników animacji równoczesnej – osobowego charakteru powstałego w taki sposób zarodka. Poczęcie człowieka byłoby wówczas wyznaczone nie przez fakt zapłodnienia komórki jajowej, lecz przez wytworzenie zygoty ludzkiej w sposób aseksualny. Nieuzasadniony w tym świetle jawi się zatem argument *ad absurdum*, że organizm ludzki miałby składać się z miliardów istot ludzkich (ściślej: potencjalnych embrionów). Wyspecjalizowane komórki somatyczne można by co

⁵ Por. np. A. Serra, R. Colombo: *Identità e statuo dell'embrione umano: il contributo della biologia*, Città du Vatican, Liberia Editrice Vaticana, 1998, p. 106–158.

⁶ S. Leone: *La medicina a fondamento della bioetica*, w: *Bioetica fondamentale e generale*, red. G. Russo, Torino 1995, s. 439–449 przytacza także stanowisko J. Léjeune'a z r. 1992.

najwyżej *per analogiam* przyrównać do gamet, wykazujących cechę *potentia obiectiva*, czyli teoretycznej możliwości stania się człowiekiem pod warunkiem zaistnienia jakiegoś impulsu zewnętrznego – w przypadku plemników i oocytów impulsem tym byłoby zapłodnienie; w przypadku wyspecjalizowanych komórek somatycznych – sztuczny proces przywrócenia ich totipotencjalności. Powstanie ludzkiego życia z komórek somatycznych dorosłego człowieka jest zatem pewną teoretyczną możliwością, której uaktualnienie wymagałoby zewnętrznej ingerencji.

2. Kryterium czternastego dnia (implantacji)

O wiele więcej zwolenników przyjmuje kolejne kryterium wyznaczone na koniec drugiego tygodnia od zapłodnienia. Odwołują się oni do trzech biologicznych faktów, jakimi są:

- a) **Implantacja** embrionu w ścianie macicy, która zwykle następuje w 4–9 dniu; nigdy jednak nie później, niż w czternastym dniu od zapłodnienia. Właśnie do tego momentu może dojść do podziału tarczki zarodkowej, co decyduje o powstaniu drugiego embrionu bliźniaczego o takim samym genotypie, co embrion macierzysty. Zagnieżdżenie ludzkiego zarodka w endometrium macicy kończy możliwość takiego podziału. W nawiązaniu do tego faktu zwolennicy kryterium czternastego dnia stawiają następujące pytania: „Jeśli założyć, że embrion od początku jest osobą animowaną (posiadającą duszę), jak więc wytłumaczyć fakt, że w przypadku jego podzielenia staje się on dwiema (a czasem więcej) osobami? Czy ludzka dusza może ulec podziałowi? Skoro osoba ludzka jest bytem niepodzielnym, wynika stąd, że embrion nie jest osobą ludzką dopóki jest – według angielskiego określenia – *twinnable*, tzn. dopóki nie utraci ostatecznie możliwości podzielnia się na dwa embriony bliźniacze. Za moment hominizacji zygoty uznaje się zatem czas jej zindywidualizowania biologicznego. Dopiero kiedy to nastąpi, można mówić o „tożsamości jednostkowej” ludzkiego zarodka. W pierwszych fazach rozwojowych mielibyśmy

więc do czynienia jedynie z „życiem ludzkim”, ale jeszcze nie z „życiem jednostkowym”. Konsekwentnie byt ludzki (*human being*) nie mógłby być nazwany jeszcze osobą ludzką (*human person*); stanowiłoby to wystarczającą podstawę do ustanowienia różnic w moralnym i prawnym statusie obydwu faz. Do pojęcia osoby należy bowiem jej indywidualność i ontologiczna niepodzielność⁷.

Wśród zwolenników tego kryterium znajdują się m. in.:

- niemiecki filozof Franz Böckle (do czternastego dnia mamy do czynienia jedynie z zarodkiem ludzkim, jako *potencjalną osobą*, czyli czymś co dopiero później może stać się istotą osobową – *ein mögliches personales Dasein*⁸)
- australijski filozof moralista Norman M. Ford⁹. Jego zdaniem wczesny embrion jest jedynie konglomeratem pojedynczych, oddzielonych od siebie komórek, z których każda jest niezależną jednostką, pozostającą w prostych związkach z pozostałymi komórkami. Dopiero wykształcenie się tzw. smugi pierwotnej (*primitive streak*) czyni z niego zindywidualizowany byt.
- Xavier Thévenot, moralista francuski, który pyta: „Jak uznać za osobę istotę, której indywidualność nie jest pewna?”¹⁰.

⁷ Por. M. Machinek, *op. cit.*, s. 172.

⁸ F. Böckle: *Probleme um den Lebensbeginn. Medizinisch-ethische Aspekte*, w: *Handbuch der christlichen Ethik*, t. 2, Freiburg im Br. 1978, s. 36–59.

⁹ „Zygota to jeszcze nieukształtowany człowiek jednostkowy. Gdyby to był już ukształtowany człowiek, to fakt powstania identycznego bliźniactwa zakładałby podział już istniejącej jednostki ludzkiej jako całości na dwie nowe jednostki. To zaś wydaje się niemożliwe”; N. M Ford: *Kiedy powstałem? Problem początku jednostki ludzkiej w historii w filozofii i w nauce*, tłum. W. J. Popowski, Warszawa 1995, s. 140 i n.; por. recenzje: E. Podrez: *Kiedy powstałem? – dylematy bioetyki*, „Ethos” 32(1995), s. 266–269; Wł. Fijałkowski: *Od kiedy człowiek?* „W drodze” 6 (274) 1996, s. 78–80; T. Ślipko: *Granice życia. Dylematy współczesnej bioetyki*, Kraków 1994 (na s. 116–119 krytyka N. M. Forda).

¹⁰ X. Thévenot: *Le statut de l'embryon*, „Projet, Vers la procréatique”, X–XI 1985, nr 195, p. 46.

Z analogiczną sytuacją – tylko w odwrotnym kierunku – mamy do czynienia w przypadku zlania się dwóch zarodków w jeden, jak to się dzieje (choć bardzo rzadko), gdy dwa dwujajowe embriony bliźniacze, w pierwszych kilku(nastu) dniach od zapłodnienia, łączą się w tzw. biologiczną chimere. Przyjmując założenie animacji równoczesnej trzeba by uznać, że w powstałym w ten sposób organizmie „przebywają” dwie dusze. Wniosek: do czternastego dnia mamy do czynienia jedynie z tzw. preembrionem, a nie embrionem ludzkim.

Zwolennicy animacji równoczesnej odpierają ten argument, twierdząc, że implantacja nie stanowi jakiegoś przełomu w rozwoju ludzkiego zarodka; zmienia się jedynie jego „miejscze zamieszkania”, którym dotychczas była cieśń jajowodu, a obecnie staje się nim ściana macicy. Zmiana zatem nie dotyczy wewnętrznych, istotowych, cech embrionu, lecz jego przymiotów zewnętrznych i przypadłościowych. Analogicznie się rzecz ma w czasie porodu, kiedy dziecko w stadium płodowym opuszcza łono matki i rozpoczyna życie poza jej organizmem. Możliwość powstania embrionu bliźniaczego jest tłumaczona tym, że – patrząc od strony ontologicznej – nie tyle dochodzi do „podziału”, ile raczej „oddzielenia się” embrionu pochodnego od embrionu macierzystego. Podczas gdy początkiem istnienia tego drugiego jest moment zapłodnienia, to powstanie embrionu pochodnego odbywałoby się na drodze aseksualnej, jak to niejednokrotnie ma miejsce w naturze; moment jego animacji wyznaczony byłby przez moment separacji. W przypadku chimier następowałaby z kolei sytuacja odwrotna – fuzja dwóch zarodków ludzkich oznaczałaby zintegrowanie komórek jednego embrionu z embrionem kontynuującym swój cykl rozwojowy¹¹. W żadnym zatem przypadku nie dochodzi do naruszenia indywidualności i ontologicznej niepodzielności embrionu ludzkiego.

¹¹ Por. M. Machinek, *op. cit.*, s. 172.

b) *Wytworzenie trofoblastu.* Do tego faktu odwołują się inni zwolennicy kryterium czternastego dnia, którzy zwracają uwagę na fakt, że w pierwszych dwóch tygodniach w ludzkim zarodku dochodzi do stopniowego zróżnicowania się komórek na tzw. trofoblast i embrioblast. Do tego momentu nie można mówić o jednostkowym bycie ludzkim, gdyż można by było narazić się na błąd przypisania osobowego statusu komórkom trofoblastu. Według R. L. Gardnera, z tego powodu nie możemy mówić o zróżnicowanych, w pełni embrionalnych tkankach przed czternastym dniem od zapłodnienia¹².

Zwolennicy animacji równoczesnej embrionu odpowiadają na taki argument, zwracając uwagę, że choć trofoblast nie stanowi właściwego ciała embrionu, niemniej jednak spełnia rolę jego narządów zewnętrznych (dostarczanie tlenu i składników odżywczych, wydalenie produktów przemiany materii), funkcjonalnych wobec organizmu ludzkiego (a zatem niedecydujących o jego tożsamości); ich zadanie po porodzie przejmą narządy wewnętrzne, nieczynne w stadium życia płodowego dziecka. Gdyby przyjąć argumentację zwolenników kryterium czternastego dnia, wówczas należałoby konsekwentnie stwierdzić, że dorosły człowiek po przeszczepie narządów funkcjonalnych (płuc, trzustki, wątroby...) nie byłby już tożsamy z człowiekiem przed dokonaniem transplantacji, co oczywiście jest absurdem.

c) *Duża ilość naturalnych poronień.* Naukowcy obliczają, że w pierwszych dwóch tygodniach wiele ludzkich embrionów (około 50%) ulega samoistnemu poronieniu. Gdyby przyjąć ich osobowy status od momentu zapłodnienia, wówczas należałoby stwierdzić, że około połowa ludzkości ginie właśnie w tym pierwszym okresie życia. Według zwolenników opóźnionej personalizacji embrionu ludzkiego, kłóciłoby się to z mądrością i Opatrznością Bożą.

¹² Por. R. L. Gardner: *Le destin de cellules dans l'embryon*, (w:) "La Recherche" XII (1990), s. 1476.

W odpowiedzi obrońcy osobowego traktowania ludzkiego embrionu od poczęcia podkreślają, że tego typu rozumowanie jest przejawem tzw. błędu naturalistycznego, polegającego na pomieszaniu porządku biologicznego z metafizycznym. Życie ludzkie może trwać zarówno wiele lat, jak i kilka dni; wskutek różnych przypadłości (np. wad genetycznych, czy nieprawidłowej interakcji pomiędzy powstałym embrionem a organizmem matki) niejednokrotnie zdarza się, że embriony czy płody obumierają jeszcze przed narodzeniem. Czym innym jest jednak działanie sił natury, a czym innym rozumnego i odpowiedzialnego podmiotu, jakim jest człowiek. Istnieje zasadnicza różnica w moralnej kwalifikacji naturalnego poronienia zarodka ludzkiego w pierwszym tygodniu czy miesiącu jego rozwoju, a uśmierceniem go wskutek zastosowania środków wczesnoporonnych (np. spirali) lub przerwania ciąży. Tak jak w pierwszym przypadku czyn nie podlega ocenie moralnej, gdyż brakuje jego rozumnego sprawcy, tak w drugim – ocena jest negatywna, zakończenie życia embrionu (płodu ludzkiego) jest bowiem skutkiem działania człowieka.

3. Kryterium czterdziestego dnia (neurologiczne)

Odwołuje się ono do twierdzenia, iż do orzekania o ludzkim zarodku jako osobie konieczne jest wytworzenie w nim minimalnych dostrzegalnych zawiązków układu nerwowego (mózgu). Skoro bowiem człowiek wyróżnia się z całego świata natury swoją cechą rozumności, zatem dopóki nie posiada materialnej bazy myślenia, nie może być uznany za pełnoprawną osobę, a jedynie tzw. osobę potencjalną. Wedle stwierdzenia jednego z rzeczników tego argumentu, J. F. Donceels'a, „biologicznym minimum, koniecznym do uznania obecności duszy ludzkiej w embrionie, jest podstawowe ukształtowanie się organów czucia, układu nerwowego, mózgu, a w szczególności kory mózgowej.[...] Jako, że te organy nie są jeszcze wytworzone w pierwszym miesiącu ciąży, [...] więc embrion nie posiada jeszcze duszy; zatem nie może być

jeszcze osobą ludzką”¹³. Podobną opinię wyrażają m.in.: W. Ruff, J. Reiter, J. Splett, J. Fuchs, J. Mahoney, Ch. de Koninck i A. Lizotte. Przyjmują oni, mówiąc ogólnie, że dopóki nie możemy stwierdzić u ludzkiego zarodka aktywności mózgu przy pomocy elektroencefalografu (EEG), dopóty nie mamy jeszcze do czynienia z człowiekiem.

Adwersarze wytykają tu ponownie naturalistyczno-biologiczny błąd takiego rozumowania. Nie można bowiem utożsamiać duszy – mówią oni – z jakimś konkretnym organem. „Siedzibą” duszy nie jest ani mózg, ani centralny układ nerwowy, lecz cały człowiek. Urodzonym dzieciom bezmózgowym (anecefalicznym) nie odmawia się ludzkiej godności, ani obecności duszy. Co więcej, dusza nie jest jakimś substancjalnym bytem, niezależnym od ciała (myślenie takie byłoby przejawem powrotu do skrajnie dualistycznej koncepcji, której ojcem na terenie filozofii był Platon), lecz człowiek jest jednością psychofizyczną od samego poczęcia aż do śmierci. Niezależnie od tego, A. Serra i L. Gormally podkreślają, że proces rozwojowy centralnego układu nerwowego zachodzi od samego początku w związku ze specyficznym genotypem. Mózg nie pojawia się nagle w czterdziestym dniu po zapłodnieniu, lecz jego rozwój odbywa się stopniowo, począwszy od stadium zygoty, poprzez wytworzenie smugi pierwotnej aż do jej zróżnicowania na cewę nerwową (która później przekształca się w mózg), rdzeń kręgowy, autonomiczny układ nerwowy (współczulny i przywspółczulny) oraz grzebień neuronalny¹⁴. Podobnie

¹³ J. F. Donceels: *Immediate Animation and Delayed Hominization*, w: “Theological Studies” 31 (1970), s. 101.

¹⁴ Por. A. Serra: *Dalle nuove frontiere della biologia e della medicina nuovi interrogativi alla filosofia, al diritto e alla teologia*, w: A. Serra, E. Sgreccia, M. L. di Pietro: *Nuova genetica ed embriopoesi umana. Prospettive della scienza e riflessioni etiche*, Milano 1990, (15–95), s. 85; L. Gormally: *Diritti dell’embrione*, w: *Dizionario di bioetica*, red. S. Leone, S. Privitera, Bologna 1994 (257–261), s. 258.

V. Fagone wypowiada się, że od momentu zapłodnienia istnieje już organiczny plan, regulujący cały proces osobniczy ludzkiego embrionu¹⁵.

4. Kryterium zdolności do samodzielnego życia

Zwolennicy tego kryterium uzasadniają swoje stanowisko przekonując, że warunkiem orzekania o płodzie ludzkim jako osobie jest jego minimalna życiowa niezależność, która przejawia się w możliwości samodzielnego przeżycia poza organizmem matki. Ponieważ w obecnych czasach możliwe jest czasem żywe urodzenie się 24-tygodniowego wcześniaka, zatem właśnie ten próg winien wyznaczać granicę przyznania dziecku godności osobowej¹⁶.

Przeciwnicy tego typu myślenia odwołują się do podobnego argumentu, jakiego używali w odpowiedzi na kryterium implantacji. Zmiana przestrzeni życiowej dziecka po narodzeniu nie oznacza istotnej zmiany jego ontologicznej struktury, lecz stanowi wydarzenie przypadłościowe.

5. Kryterium narodzin

Kryterium to jest obecnie rzadko reprezentowane, aczkolwiek zdarza się jeszcze usłyszeć głosy jego orędowników. Odwołują się oni do tego samego argumentu, co zwolennicy kryterium zdolności do samodzielnego życia, zakładając jednak, że powinno się traktować – jako osoby – tylko te dzieci, które już się urodziły. Czasami w poglądzie tym widać pewną reminiscencję poglądów starożytnych stoików, którzy sądzili, że dopóki embrion pozostaje

¹⁵ Por. V. Fagone: *Vita prenatale e soggetto umano*, CivCat 128(1975) I, (441–460), s. 450.

¹⁶ Być może właśnie takie przekonanie legło u podłoża uchwały brytyjskiej *Embryology Bill* z 2008 r., która dopuściła możliwość legalnej aborcji do 24 tygodnia od zapłodnienia.

wewnątrz swej matki, stanowi część jej organizmu (*pars viscerum matris*), jest bytem nieożywionym (*nondum animal*) aż do momentu, kiedy wraz z pierwszym oddechem będzie mógł aspirować duszę, rozumianą jako forma wysublimowanej materii, znajdującą się w powietrzu¹⁷.

Zwolennicy animacji równoczesnej odpowiadają na ten pogląd tymi samymi argumentami, jakimi posługują się w krytyce kryterium implantacji oraz kryterium zdolności do samodzielnego życia. Nikt też już nie uważa dziś duszy za wyższą formę materii, zatem stoicki argument o jej zasymilowaniu do ciała dziecka w momencie pierwszego wdechu po urodzeniu stracił swoją zasadność.

Kolejna grupa argumentów mających przemawiać za personalizacją opóźnioną ludzkiego embrionu odwołuje się już nie do faktów biologicznych, lecz do pewnych zjawisk psychologicznych i społecznych.

6. Kryteria psychologiczne

Bazują one na stwierdzeniu możliwości przeżywania pewnych doznań lub zajmowania postaw życiowych, które mają świadczyć, że ludzki embrion osiągnął już taki stopień rozwoju, iż można go traktować jako pełnoprawnego człowieka. Wylicza się wśród nich:

a) możliwość świadomego odczuwania bólu, która jest już w pełni wykształtowana w około dwudziestym szóstym tygodniu od zapłodnienia. Opinie w twej kwestii są jednak bardzo

¹⁷ Por. H. von Arnim: (éd.), *Stoicorum veterum fragmenta*, 4 vol., Leipzig 1903–1924, II, 712; 804; 806; Porphyre, *À Gauros. Comment l'embryon reçoit l'âme*, (tr. fr. A.J. Festugière), *La révélation d'Hermès Trismégiste*, Paris, Gabalda, 1953, XIV, 4. Według Plutarcha, Chryzyp z Soloi uważał, iż nazwa „dusza” pochodzi właśnie od oddechu; por. Plutarque: *De stoicorum repugnantis*, (tr. et éd. fr. M. Casevitz, D. Batut), Paris, CUF, 2004, XLI, 4. Poniekąd ta bliskość słowna jest zauważalna także w języku polskim. „Dla stoików [embrion] jest częścią łona matki; nie jest bytem żywym, tak samo, jak owoce są częścią roślin, które dojrzewają i od nich odpadają – tak samo jest z embrionem”; Pseudo-Plutarque, *Opinions des philosophes*, V, 15, 907 c, Paris, CUF, 1993 (tł. wł.).

podzielone, gdyż istnieją badania, które potwierdzają możliwość odczuwania bólu już w trzynastym, a nawet w siódmym tygodniu życia płodowego¹⁸.

Oponenci odrzucają taki argument, twierdząc, że zdolność odczuwania bólu jest kryterium wybiórczym i równie dobrze można uznać wiele innych przejawów życia zarodka przemawiających na rzecz jego ontycznego statusu (np. metabolizm). Ponadto istnieją badania, które wskazują na fakt istnienia tzw. pierwotnego aparatu psychicznego, dzięki któremu różne doznania zmysłowe zygoty i blastocysty mogą być odbierane, „zapamiętywane” i przekazywane w szlakach pamięciowych¹⁹.

- b) kryterium świadomego dążenia do realizacji swych interesów;
- c) kryterium nawiązania świadomego kontaktu poznawczo-wolitywnego z otoczeniem;
- d) kryterium świadomego wzięcia odpowiedzialności moralnej za siebie i za społeczeństwo.

Przeciwnicy kryteriów b., c. i d. wskazują na ich poważną niejednoznaczność. Dziecko w różnym wieku (a czasem nigdy nie) dochodzi do takiego stanu używania świadomości i życiowej niezależności. Trwa to przynajmniej kilka(naście) lat, a z pewnością nie jest możliwe w prenatalnym okresie życia ludzkiego; czyżby zatem wcześniej dziecko nie było człowiekiem?

7. Kryteria społeczne

Wyróżnia się wśród nich:

- a) kryterium akceptacji życia poczętego przez matkę, rodziców czy społeczeństwo, wyrażone np. w stwierdzeniu René Frydmana, lekarza, który dokonał pierwszego sztucznego zapłodnienia we Francji: „Embrion «nadliczbowy», poddany kriokonserwacji

¹⁸ Por. K. Anand, R. Hickey: *Pain and its Effects in the Human Neonate and Fetus*, w: „New England Journal of Medicine” 317 (1987), s. 1321–1329.

¹⁹ Por. np. B. Bayle: *L’embryon sur le divan. Psychopathologie de la conception humaine*, Paris, Masson 2003.

w wyniku zapłodnienia *in vitro*, staje się człowiekiem w momencie, gdy decyzją rodziców zostaje odmrożony i zaimplantowany do organizmu matki”²⁰. Podobnie stwierdza H. T. Engelhardt: „Jeśli ludzki embrión posiada wyższy moralny status niż zwierzę na zbliżonym poziomie rozwoju, to będzie tak ze względu na znaczenie tego życia dla kobiety, która je poczęła, albo dla innych osób zainteresowanych tym życiem”²¹.

- b) kryterium uznania lub nieuznania człowieczeństwa ze względów społecznych i materialnych.

Zwolennicy animacji równoczesnej odrzucają taką argumentację odwołując się do aktu istnienia osoby samej w sobie, niezależnie od uznania jej bądź nie przez jakiegokolwiek autorytet, innych ludzi, czy nawet ogół społeczeństwa²². To nie akceptacja przez kogoś uczłowiecza zygotę, embrión, płód, czy narodzone dziecko, lecz posiada ono *samo w sobie* cechy „bycia człowiekiem” i przyrodzoną godność. Jak mówi niemiecki filozof R. Spaemann, już samym swoim

²⁰ R. Frydman (rozmowa autora z René Frydmanem).

²¹ H. T. Engelhardt: *The Foundations of Bioethics*, Oxford 1986, s. 217. Podobne stanowiska zajmują: Z. Szawarski, *Etyka przerywania ciąży*, w: „Etyka” 16(1978), s. 75; J. Hołówa: *Czy płód jest człowiekiem*, w: *O ochronie prawnej dziecka poczętego. Dysputa nad projektem ustawy*, red. S. Semczuk, Warszawa 1989, s. 21. Krytyka tych stanowisk: T. Ślipko: *Za czy przeciw życiu. Pokłosie dyskusji*, Kraków-Warszawa 1992, s. 20 i n. oraz T. Biesaga: *Antropologiczny status embriónu ludzkiego* w: T. Biesaga: (red.) *Podstawy i zastosowania bioetyki*, Kraków, PAT 2001, s. 101-112: „Błędem tego myślenia jest to, że status bycia człowiekiem otrzymujemy jego zdaniem nie z natury, z tego, kim jesteśmy, lecz przez nominację ze strony społeczeństwa. Czyjaś wola może nam ten status nadać lub odebrać. Tymczasem jest odwrotnie. To właśnie bycie człowiekiem domaga się akceptacji i respektowania należnych temu człowieczeństwu praw. Brak takiego respektowania jest po prostu przemocą jednych wobec drugih. Przypisywanie swojej akceptacji stwórczej mocy jest fikcją. Akceptacja jest wzręciem nie czyni go człowiekiem. Naszą nominacją nic tu nie zmieni. Nieuprawnione jest również – co czyni Engelhard w swej wypowiedzi – degradowanie embriónu ludzkiego do poziomu embriónu zwierzęcego, do poziomu materiału biologicznego, któremu możemy nadać lub odebrać charakter bycia człowiekiem. Wykorzystuje on naukę dla dogmatycznie przyjętego przez siebie monizmu materialistycznego”; Tamże, s. 110.

²² Por. M. A. Krąpiec: *Ja – człowiek. Zarys antropologii filozoficznej*, Lublin 1974, s. 114-126.

zaistnieniem embrion ludzki *rości sobie prawo* uznania go za pełnoprawną osobę ludzką: „Jeżeli przyznanie komuś [prawa bycia osobą] uzależniamy od wcześniejszego spełnienia określonych warunków jakościowych, znaczy to, że zniszczyliśmy bezwarunkowość roszczenia. (...) Prawa osoby nie są nadawane czy przyznawane, lecz przysługują one każdemu w taki sam sposób (...) Może więc istnieć tylko jedno kryterium bycia osobą: biologiczna przynależność do rodzaju ludzkiego. Dlatego też początku i końca istnienia osoby nie można oddzielić od początku i końca ludzkiego życia”²³. Także *Powszechna Deklaracja Praw Człowieka* stwierdza, że wszyscy ludzie są równi pod względem swej godności i praw, niezależnie od ich społecznego statusu i uznania (art. 1. I 2.)²⁴.

8. Argument św. Tomasza z Akwinu

W dyskusjach na temat animacji ludzkiego embrionu dają się czasem słyszeć głosy zwolenników jego opóźnionego uduchowienia, powołujące się na opinię w tej kwestii wyrażoną przez jednego

²³ R. Spaemann: *Osoby o różnicy między czymś a kim*, Warszawa 2001, s. 303–305.

²⁴ „W okresie postnatalnym prawo do życia nie zależy od społeczeństwa, lecz przysługuje człowiekowi z natury i jego godności. Jest ono zagwarantowane w *Powszechnej Deklaracji Praw Człowieka*, w różnych dokumentach i Konstytucjach różnych krajów. Próba uzależnienia tego prawa w okresie prenatalnym od woli dorosłych jest niczym innym jak przemocą silnych wobec słabych. Głoszenie tezy np., że życie płodu ludzkiego z wadami nie jest warte życia, czyli nie jest korzystne dla społeczeństwa, jest utylitarystyczną relatywizacją życia ludzkiego w ogóle. Odwołanie się do korzyści, relatywizuje również życie głoszącego taką zasadę. Można złośliwie użyć słowo „korzyść” w sensie moralnym i powiedzieć, że ten, kto głosi niemoralne zasady odbierające życie drugiemu, postępuje niekorzystnie i jego życie nie jest warte życia. Jeżeli np. Peter Singer (por. P. Singer, *O życiu i śmierci. Upadek etyki tradycyjnej*, Warszawa 1997, s. 63) tak łatwo formułuje wyroki, czyje życie jest warte życia, jakie noworodki należałoby uznać za zmarłe i użyć ich organy dla innych, to warto odwołać się do pojęcia korzyści w szerszym znaczeniu i zapytać czy jego życie jest warte życia. Nawet bowiem utylitaryzm reguł głosi, że zachowywanie zasad moralnych w szerszej perspektywie jest korzystne. Jeśli tak, to ich łamanie według etyki utylitarystycznej podważa prawo do życia tych, którzy je głoszą”; T. Biesaga, *Antropologiczny status embrionu ludzkiego*, s. 111.

z największych teologów katolickich, św. Tomasza z Akwinu w *Summa contra gentes*: „Dusza wegetatywna, która powstaje pierwsza, gdy embrion żyje życiem roślinnym, ginie i następuje doskonalsza dusza, która jest równocześnie i wegetatywna, i zmysłowa – i wtedy embrion żyje życiem zwierzęcia. Gdy ta zaś ginie, następuje dusza rozumna, wprowadzona z zewnątrz, chociaż poprzednie istniały z mocy nasienia rozrodczego”²⁵. Wynikać ma z tego, że dusza rozumna (pochodzenia boskiego) pojawia się w rozwijającym się ludzkim zarodku nieco później (około czterdziestego dnia od zapłodnienia); wcześniej embrion miałby prowadzić życie jedynie wegetatywne lub zmysłowe, lecz nie ludzkie.

Współcześnie rozwiązuje się tę aporię przez wykazanie, że Tomasz z Akwinu zasymilował w omawianej przez nas kwestii arystotelesową koncepcję następowania po sobie kolejnych dusz, która z kolei bazowała na obserwacjach biologicznych Stagiryty. Ponieważ ani starożytność ani średniowiecze nie знаło mechanizmu zapłodnienia (został on opisany dopiero po odkryciu mikroskopu w XVII wieku), zatem nie zdawano sobie sprawy z istnienia gamet męskich (plemników) czy żeńskich (ocytów). Teologowie chrześcijańscy (w tym św. Tomasz) w rozumieniu procesu zapłodnienia przyjęli starożytną teorię „pojedynczego nasienia” wypracowaną przez Galena, który utrzymywał, że w nasieniu męskim zawarty jest już cały komponent prokreacyjny, który potem tylko rozwija się w odpowiednim środowisku łona kobiety. Podczas stosunku seksualnego nasienie męskie zostaje złożone w pochwie, a następnie wciągnięte do jamy macicy, by z czasem mogło przekształcić się w ludzki embrion; stąd Galen definiował proces zapłodnienia jako „przytrzymanie nasienia” (*conceptio est retentio seminis*) w drogach rodnych kobiety. W ciągu następnych kilku dni nasienie ulega zgęstnieniu i ogrzaniu oraz zostaje otoczone błoną, która pojawia się wokół niego podobnie jak skórka na wypiekany chleb. W trakcie rozwoju embrionalnego powstają najpierw trzy organy podstawowe, odpowiedzialne za integralny rozwój

²⁵ Św. Tomasz z Akwinu: *Summa contra gentes*, II, 89.

i wzrost płodu: serce, wątroba i mózg; z chwilą ich wytworzenia produkt poczęcia (*kyema*) można już nazwać płodem ludzkim (*embryon*)²⁶. Nietrudno zrozumieć, że przyjmując taką koncepcję pierwszych stadiów życia dziecka, Tomasz z Akwinu był niejako zmuszony dostosować do niej teorię animacji. Ponieważ trudno było założyć, że nasienie męskie posiada już duszę (w wyniku każdej polucji ginęłoby istnienie ludzkie...), zatem stwierdził on, że do momentu uformowania ciała, embrion prowadzi życie właściwe roślinie, a następnie zwierzęciu, i jest animowany przez duszę ojca (*anima patris*) dopóki Bóg, aktem stwórczym, nie dokona w końcu inkorporacji właściwej duszy rozumnej. W poważnych debatach współczesnych na temat statusu ludzkiego embrionu nikt nie odwołuje się już do koncepcji św. Tomasza z Akwinu, gdyż byłoby to równoznaczne z przyjmowaniem archaicznej embriologii Galena.

²⁶ Por. Galen: *De semine*, I, 9, 1–10, w: Galen, *On Semen*, Ph. de Lacy (ed.), Akademie Verlag, 1992, s. 92–95. W Średniowieczu (i później) powszechnie przyjmowano teorię Galena. Świadczy o tym chociażby fragment *Boskiej komedii* Dantego:

„Moc czynna duszą zwie się w nowym bycie jak w ziele, jeno że tam otrzymuje od razu, tu zaś urabia swe życie.

W dalszym istnieniu już rusza się, czuje na sposób morskich głębin zwierzo-krzewa.

I zmysły ze swych pierwocin kształtuje.

To rozprzestrzenia się, to w jedno zlewa moc, co się z serca płodzącego bierze, kędy natura członki przyrodziewa.

Lecz jak w człowieka przemienia się zwierzę, jeszcze nie widzisz: niech ci wstyd nie będzie, bo większy mędrzec zmylił się w tej mierze.

Ty prawdę z ust mych zdjętą przyjm do łona: ledwie się w płodzie materia ustroi, tyle iż mózgu budowy dokona, Pierworuch Boży, z czynu ręki swojej zadowolony, tchnie wien pełen mocy Duch i pierwotnym oddechem go poi.

Ten władze czynne w swej treści jednocy, z których się tworzy jedna i jedyna dusza, co żyje, czuje, sobą toczy.

Dusza, zabrawszy tak ludzkie, jak Boże mocy, z cielesnej wyrwa się celi.

Władze zmysłowe osłabną w tej porze, za to pamięci, rozumu i woli moc wówczas w niej się powiększy i wzmoże, gdy sama przez się z ciała się wyzwoli”; Dante: *Boska komedia*, *Czyściec*, pieśń XXV, 52–85 (tł. Edward Porębowicz).

II. EMBRION LUDZKI JEST OSOBĄ LUDZKĄ. KRYTERIA CZŁOWIECZEŃSTWA RÓWNOCZESNEGO

Zwolennicy przypisania osobowego statusu ludzkiemu embrionowi od samego początku odrzucają argumenty przedstawicieli animacji (personalizacji) opóźnionej, uważając, że dokonują oni niedozwolonego pomieszania porządku biologicznego, psychicznego lub społecznego z porządkiem filozoficznym, które ukazuje ludzki embrion jako byt sam w sobie. Istnienie jest pierwsze, a jego przejawy wtórne. Wyraża to zasada: *agere sequitur esse*, która stwierdza, że najpierw coś *jest*, a dopiero potem *działa* i przejawia swoje *cechy*. Wszystkie przymioty i możliwości *działania*, takie jak: totalitencjalność, zdolność implantacji w ścianie macicy, rozumność, czucie, wytworzenie zawiązków mózgu, możliwość samodzielnego życia, urodzenie itp. są – z punktu widzenia filozofii personalistycznej – jedynie cechami *deskryptywnymi* (opisującymi) dany byt jednostkowy, a nie *istotowymi*, przynależnymi mu, niezależnie od biologicznego stadium rozwoju czy społecznej akceptacji. Należy je odrzucić, gdyż uzależniają status ontyczny i moralny embrionu ludzkiego od apriorycznie przyjętych czynników zewnętrznych, przypadłościowych. Trzeba postawić inne pytanie: odkąd embrion *jest?* (*esse*). Od tego bowiem momentu – tzn. od początku jego zaistnienia – trzeba będzie przypisać mu personalistyczny wymiar należny wszelkiemu bytowi ludzkiemu oraz przyrodzoną godność osoby (*dignitas humana*)²⁷, która jest niezależna od stadium rozwojowego, i nie „powiększa się” w miarę wzrostu ciała dziecka przed narodzeniem. Przekonanie to wyrażone jest w formie normy personalistycznej: *persona est affirmanda et amanda propter se ipsam* (osobie jako osobie należna jest afirmacja – czyli miłość – dla nie samej)²⁸,

²⁷ K. Wojtyła: *Osoba i czyn oraz inne studia antropologiczne*, Lublin 1994, Opracowania: T. Styczeń: *W drodze do etyki*, Lublin 1984; T. Styczeń: *Wprowadzenie do etyki*, Lublin 1993; A. Szostek: *Wokół godności prawdy i miłości*, Lublin 1995; T. Biesaga: *Spór o normę moralności*, Kraków 1998.

²⁸ Por. np. T. Biesaga: *Norma moralności*, [w:] <http://www.ptta.pl/pef/pdf/n/normam.pdf> – grudzień 2011.

która w ujęciu Karola Wojtyły brzmi: „osoba jest takim dobrem, z którym nie godzi się używanie, które nie może być traktowane jako przedmiot użycia i w tej normie jako środek do celu”²⁹. Wśród zwolenników animacji równoczesnej można spotkać się czasem jedynie z dyskusją, czy embrión *jest* już od momentu fuzji błon komórkowych plemnika i oocytu, czy też od chwili, gdy zygota zostaje w pełni uformowana (około 20–24 godzin później). Wydaje się, że moment połączenia błon komórkowych gamety męskiej i żeńskiej uruchamia całą kaskadę liniowych wydarzeń, które sprawiają, że ten nowy „twór biologiczny” otrzymuje celowe uporządkowanie rozwojowe w ściśle określonym kierunku (wytworzenia dorosłego osobnika), zasadniczo inne, niż w przypadku, gdyby do fuzji błon komórkowych oocytu i plemnika nie doszło (wówczas komórka jajowa uległaby stopniowej degradacji biologicznej). Zatem zlanie się błon komórkowych gamet wyznacza próg rozejścia się linii rozwojowych zygoty i oocytu.

Po tym uściśleniu przyjrzyjmy się argumentom zwolenników personalizacji/animacji/hominizacji równoczesnej, przedstawianymi przez zwolenników personalizmu. Uporządkowane one zostały w cztery grupy (SCIP):

- *Species* – przynależność gatunkowa (kryterium genetyczne);
- *Continuity* – ciągłość rozwojowa,;
- *Identity* – tożsamość;
- *Potentiality* – potencjalność³⁰

1. Argument z przynależności gatunkowej (kryterium genetyczne)

Kryterium to oparte jest głównie na danych empirycznych, które ukazują, że jednokomórkowa zygota posiada już w sobie kompletny zapis genetyczny w formie unikalnego genotypu; informacja ta będzie powielana odtąd do wszystkich potomnych komórek, budujących organizm, aż do momentu śmierci człowieka. Genotyp

²⁹ K. Wojtyła: *Miłość i odpowiedzialność*, Lublin 1986, s. 42.

³⁰ Por. M. Machinek, *op. cit.*, s. 168–169.

ten przynależy do gatunku *homo sapiens*. Nie ma zatem wątpliwości, że ludzki embrion nie jest jedynie jednym z wielu typów tkanek, ale samoorganizującą się istotą ludzką. Nie jest także „pasożytem”, który żyje kosztem drugiego. Organizm matki nie tylko go toleruje, lecz wchodzi w nim w specyficzne interakcje i ukierunkowuje swoje funkcje na jego rozwój i przetrwanie.

Decydujące znaczenie kryterium genetycznego podkreślają lekarze, biolodzy, filozofowie i teologowie, m. in.:

- Jérôme Léjeune: „Gdy tylko dzięki zapłodnieniu 23 chromosomy pochodzące od ojca połączą się z 23 chromosomami matki, zostaje dostarczona cała informacja genetyczna niezbędna i wystarczająca, by wyrazić wszystkie właściwości nowej jednostki”³¹. Od tego momentu embrion ludzki *jest (esse)* odrębną jednostką.
- Geraldine Lux Flanagan: Przez genotyp „zostają zdeterminowane ogólne kształty charakterystyczne dla *homo sapiens*, jak również płeć i indywidualne cechy somatyczne: kolor oczu, włosów i skóry, rysy twarzy, budowa ciała, tendencja do wysokiego lub niskiego wzrostu, otyłość lub astenia, krzepkie zdrowie lub skłonność do pewnych chorób”³².
- Włodzimierz Korohoda: „Organizm w stadium zygoty jest już genetycznie określony i stanowi odrębną jednostkę biologiczną. Zygoty rozmaitych organizmów wyglądają podobnie i mają podobną organizację. O tym, jaki organizm rozwinie się z zygoty: żaba, krokodyl, mysz, kot czy człowiek decyduje informacja zapisana w kwasach nukleinowych i w białkach budujących komórkę. (...) Embrion białego człowieka rozwijający się w macicy czarnej kobiety pozostanie białym człowiekiem. Cechy fizyczne człowieka, takie jak rysy twarzy, kolor oczu i włosów, a także niektóre zdolności (np. muzyczne lub matematyczne), predyspozycje do chorób, są już określone przez zespół genów (człowiek posiada 30 do 50 tysięcy genów) zawartych w DNA

³¹ Cytuję za: T. Biesaga: *Antropologiczny status embrionu ludzkiego*, s. 104.

³² Tamże, s. 105.

zygoty. Ten zespół genów jest przekazywany do wszystkich komórek danego człowieka. Wszystkie komórki osobnika są zatem klonem komórek powstałym z zygoty. Badając DNA tych komórek można potem zidentyfikować osobnika, od którego te komórki pochodzą”³³.

- Benedict M. Ashley. Podkreśla on, że informacja genetyczna zawarta w jądrze komórkowym zygoty ukierunkowuje ją do rozpoczęcia bruzdkowania, czyli podziałów komórkowych, które odtąd będą zachodzić w organizmie nieustannie, aż do jego śmierci. Jest to dowodem na istnienie samoorganizującego się organizmu, którego embriogeneza i organogeneza są ściśle określone i ukierunkowane³⁴. Poszukując organu podstawowego dla każdego stadium rozwoju człowieka, stwierdza, że dla zygoty jest nim jądro komórkowe; dla blastocysty – embrioblast; dla gastruli – smuga neuralna; dla embrionu – związki układu nerwowego; dla płodu – mózg.

Przekonanie o przynależności dziecka w stanie embrionalnym i płodowym do rodzaju ludzkiego formułowało starożytne powiedzenie *Quod generatur ab homine homo est* (to, co jest zrodzone z człowieka, jest człowiekiem). Wyrażało ono intuicję lekarzy i filozofów, że czynnikiem decydującym o przyznaniu komuś statusu człowieka był fakt poczęcia i zrodzenia go przez ludzkich rodziców. Nie były istotne przymioty owego bytu, jak np. świadomość czy zdolność odczuwania bólu – dziecko mogło urodzić się bardzo zdeformowane, obarczone ciężkim schorzeniem i nie posiadać wielu cech zdrowego człowieka; to, co było istotne, to fakt, że urodziło się „w linii ludzkiej” (dziś powiedzielibyśmy – jako przedstawiciel gatunku *homo sapiens*).

³³ W. Korohoda: *Współczesne możliwości inżynierii komórkowej z wykorzystaniem komórek macierzystych*, (w:) T. Biesaga (red.), *Bioetyka polska*, Kraków 2004, s. 233.

³⁴ B. M. Ashley: *A Critique of the Theory of Delayed Hominization*, w: D. G. McCarthy, A. S. Moraczewski: *An Ethical Evaluation of Fetal Experimentation; An Interdisciplinary Study*, St. Louis: Pope John XXIII Medical-Moral Research and Education Center 1976, (s. 113–133), s. 123–124.

Krytycy takiego stanowiska zarzucają jego przedstawicielom tzw. „gatunkowizm” (ang. *speciesism*), tzn. niedopuszczalne wyróżnianie ludzkiego gatunku spośród innych i stawianie go na piedestale w świecie natury. Ich zdaniem, *homo sapiens* znajduje się na takim samym poziomie, jak inne zwierzęta, i – od strony biologicznej – nie istnieje żadna podstawa do czynienia go kimś niezwykłym. Jeśli zaś – na płaszczyźnie filozoficznej – uwypukla się niektóre specyficzne cechy (rozumności, wolności, zdolności do przeżywania uczuć, odczuwania cierpienia, umiejętności formułowania pragnień dotyczących przyszłości) jako zdolności wybitnie ludzkie, to konsekwentnie należałoby odmówić statusu osoby wczesnym embrionom, płodom anencefalicznym, pacjentom w stanie wegetatywnym, i przypisać ją większości wyższych zwierząt. Stanowisko takie byłoby jednak zaprzeczeniem ogólnoludzkiej intuicji o przyrodzonej równości wszystkich ludzi, niezależnie od ich pochodzenia czy stanu zdrowia, która stała się podstawą ustawodawstwa wielu krajów jak i międzynarodowego (np. *Powszechnej Deklaracji Praw Człowieka*). Człowiek – zarówno w stadium embrionalnym jak i terminalnym – nie jest przedstawicielem innego gatunku, lecz ludzką osobą, która w danym okresie swojego życia domaga się szczególnej ochrony ze strony pozostałych członków społeczeństwa. Świadomość ludzka zasadniczo różni się od psychizmu zwierzęcego; między światem rozumu i ducha a zdolnościami zmysłowymi naczelnymi istnieją różnice *jakościowe* a nie ilościowe.

Etyka chrześcijańska i teologia biblijna wspiera powyższe przekonanie o wyjątkowym miejscu człowieka w świecie. Opis stworzenia ukazuje go jako jedyną istotę uczynioną na obraz i podobieństwo Boga, powołaną do rozumnego i odpowiedzialnego panowania nad światem natury oraz obdarzonego nieśmiertelną duszą (por. Rdz 1, 26-27). Wyjątkowość tę przypieczętował Syn Boży, który stał się *człowiekiem* (a nie przedstawicielem jakiegoś innego gatunku). Przez swoją śmierć i zmartwychwstanie objawił ludzkości jej właściwy charakter i powołanie do nieśmiertelności. Tylko człowiek zdolny jest do nawiązania relacji z Bogiem,

rozumnego odczytania porządku natury i odpowiedzialnego postępowania w duchu wolności. Zaś pozostałe stworzenie – jak pisał św. Paweł – „z upragnieniem oczekuje objawienia się synów Bożych. Stworzenie bowiem zostało poddane marności – nie z własnej chęci, ale ze względu na Tego, który je poddał – w nadziei, że również i ono zostanie wyzwolone z niewoli zepsucia, by uczestniczyć w wolności i chwale dzieci Bożych” (Rz 8, 19–21).

2. Argument z ciągłości rozwojowej

Argument ten opiera się na empirycznym fakcie, iż od momentu powstania zygoty rozpoczyna się nieprzerwany ciąg uporządkowanych wydarzeń, który prowadzi do realizacji wszystkich zawartych w genotypie danego osobnika informacji. Mamy więc do czynienia z odrębną jednostką – człowiekiem – która w sprzyjających warunkach przechodzi kolejne etapy życia określane terminami: zygota, blastocysta, gastrula, embriion, płód, dziecko, młodociany, dorosły, starzec. Fazy te zazębiają się za siebie, tak że nie można stwierdzić jakiegoś istotnego, jakościowego i punktowego przeskoku od jednej do drugiej. Orzekanie więc, że jakieś stadium (np. embrionalne) nie stanowi formy istnienia człowieka, i w związku z tym nie przysługuje mu ta sama ochrona prawna jak w przypadku dziecka już urodzonego, byłoby nieuzasadnione i stanowiłoby formę uzurpacji apodyktycznego decydowania o tym, komu można przyznać status osoby, a komu nie. Oczywiście sama ciągłość rozwojowa nie jest w stanie uzasadnić szczególnego statusu ludzkiego embriionu (również rozwój zwierząt charakteryzuje się ciągłością). Decydujący jest fakt, iż mamy do czynienia z ciągłością rozwojową *człowieka*, a więc istoty, której przysługują szczególne prawa i która nie może być postrzegana jedynie jako materiał biologiczny, ale powinna być szanowana jako osoba³⁵.

³⁵ Por. M. Machinek: *op. cit.*, s. 171.

Reprezentantami powyższego kryterium są m.in.:

- Włodzimierz Fijałkowski, który uwypukla sformułowaną przez Ericha Blechschmidta w embriologii czynnościowej *kinetyczną teorię rozwoju embrionu*: „Zgodnie z tą teorią odrębność ustroju ludzkiego rozstrzyga się na samym początku rozwoju indywidualnego, a więc już w chwili powstania zygoty. Zachowanie indywidualności wiąże się z ciągłością swoiście ukierunkowanego metabolizmu. W całym okresie rozwojowym ustrój stara się pozostać tym, czym był od chwili zapłodnienia. Jest to zasada zachowania indywidualności jedynej, odrębnej i niepowtarzalnej. Wszelkie stadia rozwojowe człowieka są zmiennym obrazem nieziennej ludzkiej istoty z jej charakterystycznymi, ludzkimi funkcjami. Innymi słowy człowiek podczas całej ontogenezy już jest człowiekiem, nie zaś staje się nim dopiero później”³⁶.
- Juan de Dios Vial Correa – lekarz, członek Papieskiej Akademii Życia, który wskazuje na różne *szlaki rozwojowe* komórek płciowych i zygot: „Na wcześniejszych etapach szlaki rozwojowe gamet były zasadniczo niezależne od siebie. Natychmiast po połączeniu obydwie komórki wkraczą zaś na jeden, wspólny tor rozwoju, na których wchodzić we wzajemne interakcje w sposób uporządkowany i przewidywalny. (...) Skoordynowane, przewidywalne, zdeterminowane szlaki rozwojowe (...) są obecne na długo zanim ma miejsce aktywacja genomu zygoty. Poczynając od momentu zapłodnienia, zarodek człowieka wykazuje podstawową cechę żywego organizmu, którą jest z góry określony, stały, zdeterminowany szlak rozwojowy”³⁷.

³⁶ Wł. Fijałkowski: *Od kiedy człowiek?* w: „W drodze” 6 (274) 1996, s. 79.

³⁷ J. de Dios Vial Correa: *Embrion ludzki jako organizm... i jeden z nas*, tłum. D. Cha-brajska, M. Rajewski: Sympozjum zatytułowane: *Medycyna i prawo: za i przeciw życiu. W 50 rocznicę wydania przez ONZ Deklaracji Praw Człowieka*, zorganizowane w Lublinie, Warszawie i Krakowie 4–5.XII.1998, maszynopis, s. 12.

3. Argument z tożsamości

Argument ten stwierdza, że pomimo zachodzących w rozwijającym się embrionie/płodzie ludzkim zmian, mamy do czynienia zawsze z jedną, tą samą istotą ludzką. W ciągu całego życia – począwszy od stadium zygoty, a skończywszy na śmierci osobniczej – w organizmie człowieka komórki nieustannie obumierają i są zastępowane przez nowe (np. wszystkie erytrocyty w krwi ludzkiej są wymienione co ok. 120 dni). Od chwili zapłodnienia do momentu narodzin masa ciała dziecka powiększa się 5 milionów razy. Pomimo tych zmian, istnieje przekonanie, że sam podmiot pozostaje zawsze niezmienny; zmiany w nim zachodzące mają charakter jedynie przypadłościowy. Żaden dorosły nie uważa, że był kimś innym w chwili poczęcia czy narodzenia. Argumentację tego typu rozwijają m.in.:

- *M. Machinek*: „W paradoksalny sposób właśnie zapłodnienie pozaustrojowe pokazało, iż embrion jest odrębnym organizmem. (...). Człowiek jest przez cały czas swojej egzystencji tą samą, tożsamą z samą sobą istotą. W przypadku wczesnych stadiów rozwojowych embrionu mamy do czynienia z rozwojem całości, a nie jedynie części; nowego organizmu, a nie jedynie zespołu luźno powiązanych ze sobą tkanek. Od początku swojej egzystencji istota ludzka pozostaje w relacji do otaczającego go środowiska, pobierając z niego tlen, składniki pokarmowe i wodę, a wydalając produkty przemiany materii. Temu stwierdzeniu nie przeczy ani fakt, iż w ciągu życia kilkakrotnie wymienione zostają wszystkie atomy węgla, wchodzące w skład jego ciała, ani też to, że cykl rozwojowy człowieka obejmuje szereg faz, różniących się dynamiką i zasięgiem zmian, w czasie których zmienia się kształt i objętość ciała ludzkiego”³⁸.
- *Ph. Caspar*, który opisuje trzy poziomy jednostki charakterystyczne dla wszystkich istot żywych: jedność chemiczną, energetyczną (metaboliczną) oraz genetyczną (komórkową). Zwraca

³⁸ *M. Machinek: op. cit., s. 171.*

też uwagę na „pamięć immunologiczną”, dzięki której nowa istota żywa konstruuje własny i niepowtarzalny system obrony immunologicznej pozwalający zneutralizować czy odrzucić struktury rozpoznane jako obce dla organizmu³⁹.

- M. Hrabowska: Człowiek „już na poziomie dwóch komórek, jest indywidualnie zróżnicowany pod względem chemicznym, gdyż układ nukleotydów w kwasach nukleinowych cechuje swoistość, porównywalna do swoistości układów linii papilarnych palców”⁴⁰.

4. Argument z potencjalności

Ostatni z czterech argumentów za osobowym statusem ludzkiej zygoty opiera się na kategorii potencjalności. Już w czasach starożytnych Tertulian stwierdził: „Człowiekiem jest i ten, który ma być człowiekiem (*Homo est et qui est futurum*): przecież także każdy owoc jest już w nasieniu”⁴¹. Wskazał tym samym na potencjalne możliwości zawarte w początkowych stadiach życia człowieka. Fakt ten skłonił niektórych zwolenników animacji opóźnionej do orzekania o ludzkim embrionie nie jako o człowieku aktualnym (był w akcji), ale raczej człowieku potencjalnym (był w możliwości). Skoro embrion nie może wykazać się cechami typowo ludzkimi, takimi jak: abstrakcyjne myślenie, umiejętność postępowania według zasad moralnych, tworzenie kultury, wrażliwość religijna, więc nie jest jeszcze człowiekiem kompletnym; stanie się nim dopiero wówczas, kiedy dojdzie do pełni używania swych władz.

Aporię tę pokonuje M. Machinek, gdy stwierdza: „Błąd takiego rozumowania jest rezultatem braku rozróżnienia różnych pojęć potencjalności. Już myśl średniowieczna rozróżniała między

³⁹ Ph. Caspar: *L'individuation des êtres. Aristote, Leibniz et l'immunologie contemporaine*, Paris-Namur 1985, s. 148.

⁴⁰ M. Hrabowska: *Biologiczne konsekwencje liberalizmu*, w: M. Renkielska (red.), *Medycyna i teologia o życiu i śmierci. Drugie Polskie Sympozjum Naukowe Członków Papieskiej Akademii Pro Vita: Ars Medica et Vita Humana*, Kraków 1997, (29–37), s. 29.

⁴¹ Tertulian: *Apologetyk*, IX, 8 (tłum. J. Sajdak), Poznań 1947, s. 42.

potentia obiectiva, czyli czysto teoretyczną możliwością zaistnienia jakiegoś wydarzenia, a *potentia subiectiva*, oznaczającą możność uaktywnienia właściwego danej istocie potencjału. W omawianym tutaj kontekście pierwsze z tych pojęć można by odnieść do potencjału gamet rozrodczych, który jednak nie ujawni się bez decydującego impulsu zewnętrznego, jakim jest zapłodnienie (bądź analogiczny, sprowokowany przez człowieka proces). Jest to więc pewna teoretyczna możliwość, której uaktualnienie wymaga decydującej zewnętrznej ingerencji. W odróżnieniu od tego embrion ludzki dysponuje drugim z wymienionych rodzajów potencjalności, polegającym na uaktualnieniu posiadanych możliwości rozwojowych. O ile zatem komórka jajowa i plemnik mogą być określone jako «potencjalne osoby», pojęcie to jest nieadekwatne w stosunku do embrionu, który jest w trakcie uaktualniania swoich możliwości i może, jak zresztą każde dziecko, być określony co najwyżej jako «potencjalny dorosły». Bez powyższych rozróżnień nie można byłoby objąć imperatywem bezwzględnego szacunku i ochrony nie tylko embrionu, ale także noworodków, ludzi nieprzytomnych, dotkniętych śpiączką, mocno upośledzonych, czy też ludzi starych i umierających. W każdym z tych przypadków istoty ludzkie aktualnie nie potrafią wykazać się zdolnościami właściwymi osobom ludzkim⁴².

III. EMBRION LUDZKI BYĆ MOŻE JEST OSOBĄ LUDZKĄ

Na pierwszy rzut oka stwierdzenie to brzmi banalnie i zdaje się niczego nie wносить do naszej analizy. Jednakże po głębszym zastanowieniu się dochodzimy do wniosku, że jest ono wyrazem roztropności i konsekwencji przyjęcia rozróżnienia na poszczególne płaszczyzny dyskursu: biologiczną, filozoficzną, prawną i teologiczną. I tak:

⁴² M. Machinek: *op.cit.*, s. 173–174.

- Na płaszczyźnie *biologicznej* nie możemy mówić ani o osobie, ani o istnieniu duszy, a jedynie o **życiu** ludzkim. Doświadczenia empiryczne ukazują, że bez żadnych wątpliwości zaczyna się ono od zapłodnienia. Jak stwierdza W. Korohoda z Instytutu Biologii Molekularnej Uniwersytetu Jagiellońskiego, „każdy kręgowiec, podobnie jak wszystkie inne organizmy rozmnażające się na drodze generatywnej (płciowej), zaczyna swoje osobnicze życie, czyli *ontogenezę*, z chwilą połączenia jąder gamet, komórki jajowej i plemnika, utworzenia zapłodnionej komórki nazywanej zygotą”⁴³. W tej kwestii wszyscy respondenci są zgodni – stwierdzenie zaistnienia ludzkiego życia jest domeną biologii.
- Na płaszczyźnie *filozoficznej* rzecz ma się nieco inaczej. Nie jest bowiem możliwe doświadczalne stwierdzenie obecności **duszy** (w sensie filozoficznym) w ludzkim zarodku. Nie można jednoznacznie wyznaczyć momentu jego animacji, czyli początku zaistnienia osoby rozumianej jako psychofizyczna jedność. Robert Adorno wyraża tę opinię, gdy pisze: „Nie możemy ani potwierdzić, ani zanegować z pewnością, że embriion jest osobą ludzką. Żadna z odpowiedzi nie może być klarownie przedstawiona. Z pewnością, ciało embriionu jest rzeczywistością żywą i biologicznie ludzką. Nie ma jednak żadnego środka, by stwierdzić obecność duszy rozumnej w nim, oraz czy jest on animowany od poczęcia przez zasadę duchową czy też przez zwykłą zasadę życia wegetatywnego lub zwierzęcego”⁴⁴.
- Na płaszczyźnie *prawnej* nie można jednak przyjąć postawy niejednoznacznej; prawo wyznacza bowiem normy postępowania, obowiązujące wszystkich obywateli w każdej sytuacji. W formułowaniu zatem twierdzenia, czy embriion ludzki jest *człowiekiem* – *podmiotem praw* (zwłaszcza prawa do życia i bezpieczeństwa swej osoby), należy uwzględnić kilka ogólnoludzkich zasad:

⁴³ W. Korohoda: *op.cit.*, s. 232.

⁴⁴ R. Adorno: *La bioéthique et la dignité de la personne*, w: „Médecine et société”, Paris PUF, 1997, s. 68.

- *In dubio standum est pro valore actus* (tucjorystyczna zasada wyboru opcji pewnej). Mówi ona w naszym przypadku o tym, że jeśli istnieje wątpliwość, czy mamy do czynienia rzeczywiście z osobą ludzką, należy zawsze założyć jej istnienie. Zasada ta w konkretnym przypadku przekłada się na praktyczny imperatyw, iż kiedy budzi się podejrzenie, że np. w czasie polowania ruszający się w oddali i niezidentyfikowany obiekt może nie być dzikiem, lecz człowiekiem, który go nagania, wówczas należy wstrzymać się od strzału – działania, którego skutkiem mogłaby być śmierć człowieka. Analogicznie, jeśli istnieje wiele przesłanek, że w przypadku jednokomórkowej zygoty mamy do czynienia z pełnoprawną osobą ludzką, to należy powstrzymać się od jakichkolwiek działań, które mogłyby doprowadzić do jej zniszczenia. By móc eksperymentować na ludzkich embrionach, zamrażać je lub niszczyć, należałoby najpierw udowodnić, że nie są one ludzkimi podmiotami, a to jest niemożliwe.
- Tzw. „złota reguła”, która w wersji potocznej mówi: „Nie czyni drugiemu, co tobie niemiłe”. Jest to jedna z najstarszych zasad etycznych, sformułowana i przyjęta powszechnie w obrębie różnych kultur (występuje również w Biblii – Tb 4, 15; Mt 7, 12), która nakazuje takie traktowanie bliźnich, jak by się samemu chciało być przez innych traktowanym. Faza embrionalna była pierwszą fazą istnienia każdego dorosłego przedstawiciela gatunku ludzkiego; z pewnością żaden ze zwolenników animacji opóźnionej nie chciałby ulec „zniszczeniu” w pierwszych dniach swojego istnienia (nawet wskutek legalnego przyzwolenia na takie postępowanie np. ze strony państwa).
- Ogólnoludzkie przeświadczenie wyrażone (np. przez stoików) w dictum: *homo homini res sacra*.
- Imperatyw praktyczny I. Kanta: „Pamiętaj, byś człowieczeństwa tak w swojej osobie, jak też w osobie każdego innego, używał zawsze zarazem jako celu, nigdy tylko jako środka”.

Wszystkie te zasady, leżące u podstaw szczegółowych rozstrzygnięć legislacyjnych, czy to krajowych, czy międzynarodowych, wskazują, że faza embrionalna ludzkiego rozwoju winna być wzięta pod prawną ochronę. Uchwalanie zatem prawa, które zezwalałoby np. na przerywanie ciąży jawi się jako niedopuszczalne w myśl podstawowych, ogólnoludzkich przekonań etycznych.

- Na płaszczyźnie *teologicznej* – jak zaznaczyliśmy we wstępie naszej analizy – stawiane są pytania o stworzenie człowieka na obraz Boży (czy przysługuje on już ludzkiemu embrionowi?), obecność nieśmiertelnej duszy (rozumianej tu w sensie religijnym), i możliwość uczestnictwa w życiu wiecznym embrionów poronionych we wczesnym stadium. Na kwestie te odpowiedź teologów jest pozytywna; wynika ona przede wszystkim z przyjęcia kryterium przynależności gatunkowej ludzkiego zarodka. Skoro już na poziomie zygoty jest on w pełni wyposażonym genetycznie człowiekiem, to jedyną logiczną konsekwencją jest przyznanie mu atrybutu podobieństwa do Boga oraz wezwania do nieśmiertelności⁴⁵.

IV. GŁOS KOŚCIOŁA KATOLICKIEGO

Kościół katolicki podkreśla doniosłość pytania o status ludzkiego embrionu, uznając, iż precyzyjna nań odpowiedź jest warunkiem *sine qua non* wypracowywania i uchwalania szczegółowego prawodawstwa w kwestiach dotyczących pierwszych faz ludzkiego istnienia. Swoje stanowisko najpełniej przedstawia w Instrukcji Kongregacji Nauki Wiary *Donum vitae* oraz Deklaracji o przerywaniu ciąży *Questio de abortu*. W obu tych dokumentach odnosi się do wszystkich płaszczyzn, które poruszyliśmy w naszej analizie. I tak:

⁴⁵ Por. przede wszystkim: Międzynarodowa Komisja Teologiczna: *Nadzieja zbawienia dla dzieci zmarłych bez chrztu*, Radom 2008.

- Akceptuje przesłanki *biologiczne*, które ukazują zapłodnienie jako początek zaistnienia *życia* ludzkiego: „Od chwili, w której jajo zostaje zapłodnione, rozpoczyna się nowe życie, które nie jest życiem ojca lub matki, lecz nowej istoty ludzkiej, która rozwija się niezależnie od nich. Nie stałaby się ona istotą ludzką, jeśli nie byłaby nią od samego początku. Najnowsza wiedza genetyczna bardzo jasno potwierdza to wszystko, co zawsze było oczywiste, niezależnie od dyskusji nad momentem animacji. Wykazała ona, że istota żyjąca ma już od pierwszej chwili stałą strukturę, czyli genotyp: jest człowiekiem, i to człowiekiem niepodzielnym jako jednostka, wyposażonym we wszystkie właściwe sobie cechy. Od chwili zapłodnienia rozpoczyna się cudowny bieg życia każdego człowieka, którego jednak wszystkie wielkie zdolności wymagają czasu na właściwe uporządkowanie i przygotowanie się do działania”⁴⁶. W świetle najnowszych badań biologicznych należałoby uzupełnić tę opinię o stwierdzenie, że nie zawsze poczęcie człowieka wyznaczone jest przez moment zapłodnienia; istnieją również aseksualne formy zapoczątkowania życia ludzkiego, jak np. oddzielenie się embrionu pochodnego od macierzystego czy też – na razie tylko hipotetyczna – możliwość cofnięcia niektórych dorosłych komórek do stadium embrionalnych komórek macierzystych (*induced pluripotent stem cells*) i tzw. „klonowanie reprodukcyjne”.
- Z drugiej strony, na płaszczyźnie *filozoficznej*, Kościół akceptuje bezsilność ludzkiego rozumu w stwierdzeniu bądź nie obecności duszy w zygocie: „Z pewnością żaden wynik nauk doświadczalnych, wzięty sam w sobie, nie może być wystarczającym do poznania duszy rozumnej; wyniki jednak wiedzy o embrionie ludzkim dostarczają cennego wskazania dla rozumowego rozpoznania obecności osobowej, od pierwszej chwili pojawienia się życia ludzkiego. Urząd Nauczycielski Kościoła nie wypowiadał się wyraźnie na temat twierdzeń o charakterze

⁴⁶ Kongregacja Nauki Wiary: Deklaracja *Questio de abortu*, nr 12–13.

filozoficznym, nieprzerwanie potwierdza tylko potępienie moralne jakiegokolwiek przerywania ciąży⁴⁷.

- Z powyższych dwóch postaw Kościół katolicki formułuje postulat *prawny*: „Owoc przekazywania życia ludzkiego od pierwszej chwili swojego istnienia, a więc od utworzenia się zygoty, wymaga bezwarunkowego szacunku, który moralnie należy się każdej istocie ludzkiej w jej integralności cielesnej i duchowej. Istota ludzka powinna być szanowana i traktowana *jako osoba* od chwili swojego *poczęcia* i dlatego od tej samej chwili należy jej przyznać *prawa osoby*, a wśród nich nade wszystko *nienaruszalne prawo każdej niewinnej istoty ludzkiej do życia*. Wspomniana nauka dostarcza podstawowego kryterium dla rozwiązania różnych problemów powstałych wraz z rozwojem nauk biomedycznych. Ponieważ embrión powinien być traktowany jako osoba, musi on być również chroniony w swojej integralności i leczony w możliwych granicach, jak każda istota ludzka podległa opiece lekarskiej”⁴⁸. Stanowisko to powtórzył Jan Paweł II w encyklice *Evangelium vitae*: „Owoc ludzkiej prokreacji, od pierwszego momentu swego istnienia, ma prawo do bezwarunkowego szacunku, jaki moralnie należy się ludzkiej istocie w jej integralności oraz jedności cielesnej i duchowej”⁴⁹.

Kościół katolicki dokładnie sprecyzował więc swoją naukę na temat statusu ludzkiego embriónu, rozdzielając różne płaszczyzny dyskursu; tego samego domaga się od wszystkich zabierających głos w tej debacie, zwracając np. uwagę, by przedstawiciele nauk biologicznych nie uzurpowali sobie prawa do wydawania sądów kategorycznych w kwestiach filozoficznych i prawnych (czy ludzki zarodek jest już obdarzony duszą czy nie, czy jest osobą ludzką czy nie, czy przysługuje mu bezwarunkowe prawo do życia czy nie itp.). Sam nie podpisał się pod żadną z filozoficznych opcji,

⁴⁷ Kongregacja Nauki Wiary: Instrukcja *Donum vitae*, nr. I, 1.

⁴⁸ Tamże.

⁴⁹ Jan Paweł II: Encyklika *Evangelium Vitae*, p. 60.

choć jego stanowisko bliskie jest koncepcji animacji równoczesnej, która zakłada, że oba konstytutywne elementy ludzkiej natury – ciało i dusza – istnieją od poczęcia. A właściwiej – że człowiek istnieje jako całość i *jedność psychofizyczna* od momentu poczęcia aż do śmierci, jak to wyraził jeden ze starożytnych ojców Kościoła: „Człowiek zaczął istnieć jako jeden i ten sam, w jednym momencie. To Jeden i ten sam stworzył człowieka wewnętrznego i człowieka zewnętrznego; uczynił go raz jeden i w jednym momencie, to znaczy w jednym dniu”⁵⁰.

Magisterium Ecclesiae nigdzie nie stwierdza wprost, że zygota jest osobą ludzką, lecz z przezornością postuluje, iż powinna być ona „szanowana i traktowana *jako osoba* od chwili swojego poczęcia”; słowo „jako” jest tu kluczowe. Dlatego – wyciągając wniosek na płaszczyźnie legislacyjnej – niedopuszczalne jest ustanawianie jakichkolwiek cezur w procesie rozwojowym embrionu, które miałyby oddzielać życie *istoty* ludzkiej od życia *osoby* ludzkiej. „Nie istnieją ludzkie istoty, które nie byłyby osobami, a jedynie takie ludzkie osoby, które z racji upośledzenia lub choroby nie są w stanie ujawnić osobowych zdolności i cech”⁵¹. Należy zatem odrzucić wszelkie procedury, które traktują ludzki embrion jako środek do innych celów lub jako materiał do badań, poczynwszy od środków o działaniu wczesnoporonnym, aż po eksperymenty na ludzkich embrionach. Odarcie człowieka z jego praw w jakimkolwiek okresie jego życia jest aktem skierowanym przeciwko człowiekowi.

V. DOPOWIEDZENIE. KWESTIA ANIMACJI

W świetle ostatnich badań egzegetycznych i patrystycznych warto jeszcze zwrócić uwagę na kwestię rozumienia animacji embrionu ludzkiego. Otóż – jak słusznie zauważył A. Baron – wczesne chrześcijaństwo zbyt szybko i łatwo zasymilowało

⁵⁰ Piotr z Aleksandrii: *O tym, że dusza nie istnieje uprzednio*, PG 18, 520 (tł. wł.).

⁵¹ M. Machinek: *op. cit.*, s. 175.

neoplatońskie pojęcie duszy jako odrębnej substancji, mogącej bytować niezależnie od ciała ludzkiego⁵². Tak rozumiał duszę św. Augustyn jak i wielu teologów starożytnych o nastawieniu neoplatońskim. Podobnie św. Tomasz z Akwinu w średniowieczu, idąc tropem Arystotelesa, uznał że dusza jest formą ciała (teoria hylemorfizmu). Taki sposób pojmowania duszy jest obecny też we współczesnej refleksji filozoficznej i teologicznej: dusza po śmierci istnieje nadal, w przeciwieństwie do ciała, które obumiera. Tymczasem pogląd taki jest niezgodny z przekazem oryginalnych tekstów biblijnych: cały człowiek jest nieśmiertelny, a nie tylko jego dusza! Dla Żydów człowiek był przede wszystkim jednością. Współczesnym językiem powiedzielibyśmy, że stanowił on jeden, niepodzielny byt. Stary Testament nie znał dualistycznego podziału na ciało i duszę (nawet w złagodzonej formie hylemorfizmu). Niemożliwe do wyobrażenia było platońskie pojmowanie duszy człowieka jako czegoś, co jest zdolne bytować oddzielnie, np. po śmierci. Boskie tchnienie (*rûah*) nie pokrywało się z grecką *psyche*; nie mogło być bytem substancjalnym, niezależnym od ciała⁵³. Podobnie i św. Paweł⁵⁴ uważał, że ani dusza ani duch nie mogą istnieć bez ciała, gdyż nie są odrębnymi bytami; jeśli istnieją to zawsze razem, aczkolwiek – od strony funkcjonalnej – można wyodrębnić ich różne działania. *Soma*, *psyche* i *pneuma* są raczej władzami w człowieku, niż substancjami. Innymi słowy, ciało, duch i dusza są nierozdzielne, choć pojęciowo rozróżnialne. Biblia opowiada się zatem za monistyczną koncepcją człowieka (tezę tę potwierdzają m.in. tacy egzegeci, jak: Whitley, Jacob, Jewett, Ridderbos, Stacey, a nawet Bultmann). Nie jest to jednak monizm materialistyczny, jak u Demokryta, stoików czy epikurejczyków, lecz ontologiczny. Innymi słowy, jako byt człowiek stanowi zawsze niepodzielną jed-

⁵² Por. A. Baron, *Neoplatońska idea Boga a ewangelizacja*, Kraków, WAM, 2005.

⁵³ Por. Rdz 2, 7: „I ukształtował Bóg-Jahwe człowieka, proch z roli, i tchnął w jego nozdrza oddech życia, i tak stał się człowiek istotą żywą”.

⁵⁴ Por. zwł. 1 Tes 5, 23: „Sam Bóg pokoju niech was całkowicie uświęca, aby nienaruszony duch (*πνεῦμα*) wasz, dusza (*ψυχὴ*) i ciało (*σῶμα*) bez zarzutu zachowały się na przyjęcie Pana naszego Jezusa Chrystusa”.

ność (monadyczna jedność). Myśl biblijną uchwycił genialnie jeden z ostatnich ojców Kościoła, przynależny zarówno tradycji wschodniej jak i zachodniej – św. Maksym Wyznawca: „Ciała i dusze są częściami człowieka, i jeśli te części są niezbędne w relacji do siebie (gdyż dopiero wszystko to razem ma sens), i jeśli elementy będące «we [wzajemnej] relacji» są wszędzie doskonale równoczesne, odpowiednio do swojego stwarzania – gdyż części, poprzez swoje zjednoczenie, sprawiają [powstanie] całej postaci, a rozdziela je jedynie refleksja poszukująca uchwycenia istoty każdego bytu – zatem niemożliwe jest, aby dusza i ciało, jako części człowieka, bytowały sukcesywnie jedna przed drugą lub jedna po drugiej, gdyż w takim razie *logos* [człowieka], w odniesieniu do którego każda z nich istnieje, zostałby unicestwiony”⁵⁵. Refleksja poszukująca uchwycenia istoty każdego bytu każe nam wyróżnić w człowieku różne władze. Nie znaczy to jednak, że mogą one istnieć w sposób niezależny, jako odrębne substancje.

Takie spojrzenie na człowieka ma kapitalne znaczenie dla współczesnej debaty nad animacją embionu ludzkiego. Skoro nie można mówić o duszy jako niezależnej substancji, więc – konsekwentnie – nie istnieje coś takiego jak owładnięcie materialnego podłoża przez nieśmiertelną duszę w początkowych stadiach istnienia człowieka. Tym samym pytanie o moment animacji traci w ogóle sens. Od początku człowiek jest niepodzielny i kompletny! Od stadium zygoty mamy do czynienia z osobą ludzką. W ten sposób wytracony zostaje jeden z najpoważniejszych argumentów szermierzy animacji opóźnionej (sukcesywnej). Skoro człowiek istnieje niepodzielenie, więc jego początek nie może być określony inaczej, jak tylko i wyłącznie w chwili powstania nowego bytu biologicznego – a zatem od stadium zygoty. W przypadku bliźniąt jednojajowych początek życia drugiego człowieka w stadium zarodkowym byłby wyznaczony przez moment jego oddzielenia się od embrionu macierzystego.

⁵⁵ Maksym Wyznawca, *Ambigorum liber* II, 7; PG 91, 1100 c 6–d 2 (tł. wł.).

ISBN 978-83-61236-44-3