

УДК: 618.177-089.888.11:002.6:001.71"71":681.31

ТЕХНОЛОГІЇ ЕКСТРАКОРПОРАЛЬНОГО ЗАПЛІДНЕННЯ ТА ПРОБЛЕМА СИНГУЛЯРНОСТІ

С. В. Денисенко

Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика

Аналізуються особливості розвитку сучасної медицини, пов'язані з можливістю виникнення технологічної та інформаційної сингулярності. Розглядаються ризики проведення екстракорпорального запліднення з позицій розвитку інформаційної сингулярності. Дискутуються проблеми запобігання виникненню сингулярності на базі розроблення новітніх технологій.

Ключові слова: технологічна та інформаційна сингулярність, екстракорпоральне запліднення, ризики виникнення патології у плода, генетика розвитку плода.

ТЕХНОЛОГИИ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОГО ОПЛОДОТВОРЕНИЯ И ПРОБЛЕМА СИНГУЛЯРНОСТИ

С. В. Денисенко

Национальная медицинская академия им. П. Л. Шупика

Анализируются особенности развития современной медицины, связанные с возможностью возникновения технологической и информационной сингулярности. Рассматриваются риски проведения экстракорпорального оплодотворения с позиций развития информационной сингулярности.

Дискутируются проблемы предупреждения возникновения сингулярности на базе разработки новейших технологий.

Ключевые слова: технологическая и информационная сингулярность, экстракорпоральное оплодотворение, риски возникновения патологии у плода, генетика развития плода.

THE EXTRACORPOREAL FERTILIZATION TECHNOLOGIES AND THE SINGULARITY PROBLEMS

S. V. Denysenko

National Medical Academy of Post-Graduate Education by P. L. Shupyk

The peculiarities of modern medicine development connected with the technological and informative singularity are analyzed. The risks of realization of extracorporeal fertilization are examined from positions of development of informative singularity. The warning problems of origin of singularity are discussed on the base of the newest technologies development.

Key words: technological and informative singularity, extracorporeal fertilization, the risks of fetus beginning pathology, the fetus genetics.

Вступ. Вважається, що основною особливістю ХХІ століття є експоненціальне прискорення технічного прогресу. Його вплив на розвиток людства має, окрім позитивного, ще й можливе негативне значення. Справа в тому, що нові технології вимагають для свого використання високого професійного рівня фахівців, постійного підвищення їх кваліфікації та компетенції. Проте, можна уявити, що з деякого моменту часу при певній складності технологій виникне суперечність між необхідним рівнем знань і вмінь працівника та вимога-

ми управління технологією. Саме такий ризик розглядається під час ситуації, коли технічний прогрес стане настільки швидким і складним, що виявиться недостатнім розумінню. Подібне становище отримало назву "технологічної сингулярності".

За аналогією ситуація, коли швидкість появи нової інформації, що множить в геометричній прогресії, отримала назву «інформаційної сингулярності».

Технологічна та інформаційна сингулярність можуть призвести до повного хаосу як в процесах уп-

равління технологічними процесами, так і в питаннях вибору валідної інформації для прийняття рішень.

Важливо, що проблеми сингулярності знаходять своє відображення в новітніх технологіях штучного запліднення.

Метою роботи є аналіз можливих ризиків виникнення патології плода після екстракорпорального запліднення в умовах інформаційної сингулярності.

Результати дослідження та їх обговорення. Екстракорпоральне запліднення стало одним із найбільших відкриттів минулого століття. Тисячі пар, позбавлених радості дітонародження, стали щасливими батьками. Для багатьох сімей сьогодні не існує проблеми штучного запліднення. Метод екстракорпорального запліднення (ЕКЗ) розглядається як основний при лікуванні безпліддя. Частенько він є єдиним виходом для сімей, у яких хворий чоловік.

При цьому теза, що штучне запліднення повністю замінить природне, недалеко від істини. Вже зараз все більше людей використовують нові методи запліднення.

Проте, сьогодні ще залишається ряд медичних і етичних проблем штучного запліднення. Більше того, інформаційна складова проблеми продовжує викликати дискусії, передусім пов'язані з оцінюванням ризику виникнення патології у нащадків.

Дослідники попереджають батьків про високу вірогідність виникнення вроджених вад у дітей, які були зачаті при використанні техніки штучного запліднення.

У найбільшому на сьогодні дослідженні французькі фахівці проаналізували дані про всіх дітей, які народилися із застосуванням технології штучного запліднення з 2003 по 2007 рік. Усього було оброблено більше 15 тисяч медичних карток дітей із 33 основних клінік Франції. Було виявлено виникнення основних вроджених вад розвитку у 4,24 % дітей. У той же час середній показник таких відхилень серед усього населення Франції складає від 2 до 3 %. Привертає увагу, що основну частку складають вроджені вади серця та сечостатевої системи, які трапляються в основному у хлопчиків. Отже, означена проблема може стати досить серйозною, адже за допомогою штучного запліднення у Франції було зачато близько 200 тисяч чоловік. Важливо, щоб лікарі та майбутні батьки знали про всі можливі ризики, пов'язані зі штучним заплідненням.

Окрім віку батьків, серед чинників ризику називають інші генетичні особливості батьків і власне методи штучного запліднення. До 5 % дітей, народжених у результаті ЕКЗ, є інвалідами. Згідно зі світовою

статистикою, ЕКЗ істотно збільшує ризик народження дитини-інваліда. Взагалі, після штучного запліднення народжується більше дітей із фізичними недоліками, ніж після запліднення природним шляхом.

За даними американських учених, у таких дітей у два-чотири рази частіше зустрічаються “заяча губа”, дефекти міжпередсердної та міжшлункової перегородки серця, а також вади розвитку шлунково-кишкового тракту. Було проведено порівняння поширеності 30 найбільш частих природжених дефектів у дітей, зачатих природним чином або за допомогою штучного запліднення (ЕКЗ або ICSI). У дослідженні було задіяно 281 дитину “з пробірки”, і близько 14 тисяч дітей, зачатих природним шляхом. При цьому усі вагітності були одноплідними. Показано, що при ЕКЗ діти в 2,4 рази частіше народжувалися із заячою губою. Дефекти міжпередсердної або міжшлункової перегородки серця відзначалися у них частіше у 2,1 рази. Крім того, у таких дітей частіше виникали вади розвитку шлунково-кишкового тракту: атрезія стравоходу – в 4,5 рази частіше, атрезія прямої кишки – в 3,7 рази [2-4].

Генетичний чинник лежить в основі, як мінімум, 20 % усіх причин порушення репродуктивної функції у людини, велику частину складають геномні та хромосомні мутації [1].

З моменту завершення генного проекту в 2001 році генетика перетворилася на інформаційну технологію, і з кожним роком робота в цій галузі стає все швидшою. Генетика усунула багато історичних бар'єрів у біологічній науці та значно підвищила ефективність біологічних досліджень та біологічної інженерії. Встановлена кореляція конкретних генів і білків із деякими раковими захворюваннями, хворобою Альцгеймера, хворобами серця, діабетом, що дозволить як лікарям, так і пацієнтам прогнозувати, планувати та зменшувати ризик захворювання, розробляти препарати для лікування хвороб, викликаних порушенням структур ДНК. Генетичний аналіз і селекція запліднених ембріонів все частіше застосовуються в спеціалізованих клініках. Сканування ембріонів дозволяє визначити близько половини відомих генетичних захворювань.

Останнє десятиліття характеризується значним прогресом у дослідженні таких галузей репродуктивної генетики як процеси мейозу та гаметогенезу, процесу запліднення та раннього розвитку преімплантаційного та ембріонального розвитку організму.

Механізми виникнення хромосомних аномалій широко досліджуються з використанням цитогенетичних і сучасних молекулярно-цитогенетичних методів.

Молекулярно-цитогенетичні методи останнім часом поширилися при виявленні й ідентифікації хромосомної патології на преімплантаційному рівні. Перспективним є застосування флуоресцентної гібридації *in situ* – FISH як одного з молекулярно-цитогенетичних методів у практиці використання допоміжних репродуктивних технологій.

Проте, згідно з теорією “технологічної сингулярності” людство досягне таких вершин у генетиці, нанотехнологіях, роботехніці, штучному інтелекті й інших науках, що передбачити подальший прогрес буде просто неможливо. Біологічні знання накопичуються з експоненціальною швидкістю. Можна сподіватися, що біологічні процеси будуть певною мірою досліджені, особливо в тій частині, що пов’язана з

ЕКЗ. Ці знання, об’єднані з інструментальними засобами молекулярної нанотехнології та штучним інтелектом, забезпечать повний контроль на молекулярному рівні функціонування та проектування живого організму.

Висновки. 1. Запобігання інформаційній сингулярності в питаннях штучного запліднення на нинішньому етапі пов’язане з необхідністю швидкої реалізації досліджень ризику несприятливих результатів цієї технології.

2. Найважливішим напрямом у зменшенні ризику технологічної сингулярності є генетичний аналіз і селекція запліднених ембріонів. Сканування ембріонів дозволить запобігти великій частині відомих генетичних захворювань.

Література.

1. For the National Birth Defects Prevention Study. Use of selective serotonin-reuptake inhibitors in pregnancy and the risk of birth defects / S. Alwan, J. Reefhuis, S. A. Rasmussen [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2007. – Vol. 356. – P. 2684–2692.
2. Incidence of chromosomal aberrations in children born after assisted reproduction through intracytoplasmic sperm injection / M. Bonduelle, A. Aytoz, E. Van Assche [et al.] // *Hum. Reprod.* – 1998. – Vol. 13. – P. 781–782.
3. Ericson A. Congenital malformations in infants born after *in vitro* fertilization. A population based study / A. Ericson, B. Kallen // *Hum. Reprod.* – 2008. – Vol. 16. – P. 504–509.
4. Prevention of twin pregnancy after *in vitro* fertilization or intracytoplasmic sperm injection based on strict embryo criteria: a prospective randomized clinical trial / J. Gerris, D. De Neubourg, K. Mangelschots [et al.] // *Hum. Reprod.* – 1999. – Vol. 14. – P. 2581–2587.
5. Cancer risk associated with subfertility and ovulation induction: a review / H. Klip, C. W. Burger, P. Kenemans, F. E. Van Leeuwen // *Cancer Causes Control.* – 2000. – Vol. 11. – P. 319–344.
6. One versus two embryo transfer after IVF and ICSI: a

randomized study / H. Martikainen, A. Tiitinen, C. Tomas [et al.] // *Hum. Reprod.* – 2000. – Vol. 16. – P. 1900–1903.

7. Clustering of male infertility in the families of couples treated with intracytoplasmic sperm injection / D. Meschede, B. Lemcke, H. M. Behre [et al.] // *Hum. Reprod.* – 2000. – Vol. 15. – P. 1604–1608.

8. Nygren K. G. Assisted reproductive technology in Europe, 1997. Results generated from European registers by ESHRE. European IVF Monitoring Programme (EIM), for the European Society of Human Reproduction and Embryology (ESHRE) / Nygren, K. G. A. N. Andersen // *Hum. Reprod.* – 2001. – Vol. 16. – P. 384–391; 2459–2471.

9. National Birth Defects Prevention Study. Assisted reproductive technology and major structural birth defects in the United States / J. Reefhuis, M. A. Honein, L. A. Schieve [et al.] // *Hum. Reprod.* 2009. – Vol. 24. – P. 360–366.

10. Elective transfer of one embryo results in acceptable pregnancy rates and eliminates the risk of multiple birth / S. Vilska, A. Tiitinen, C. Hyden-Granskog, O. Hovatta // *Hum. Reprod.* – 1999. – Vol. 14. – P. 2392–2395.