

Серия
научно-популярной литературы СО РАН



И.А. Захаров

ГенЭтика

ИЛИ

Рожать **нельзя** клонировать





Мефистофель в лаборатории Вагнера
наблюдает за появлением на свет гомункула
(иллюстрация к «Фаусту» В. Гёте, 1898).

И.А. Захаров

ГенЭтика

или

Рожать **нельзя** клонировать



Новосибирск
Издательство СО РАН
2003

ББК 28.04
338

Серия научно-популярной литературы СО РАН
Основана в 2003 году
Главный редактор серии академик *Э.П. Кругляков*

Захаров И.А.
338 ГенЭтика или Рожать нельзя клонировать. -
Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. - 63 с.

ISBN 5-7692-0624-1

Книга посвящена этическим проблемам, возникающим при использовании в медицинской практике современных достижений молекулярной генетики и экспериментальной эмбриологии. В популярной, доступной для неспециалиста форме излагаются последние достижения генетики. Рассматриваются возможности отбора на ранней эмбриональной стадии генетически «желаемых» детей, изменения генома методами генетической инженерии, клонирования человека и так называемого терапевтического клонирования. Показана опасность распространения псевдонаучных и аморальных теорий, допускающих вмешательство общества в неотъемлемые права человека.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, а также на тех, кто будет формировать общественное мнение (журналистов, правоведов и т.д.) или разрабатывать законодательные акты, относящиеся к возможностям использования достижений генетики для изменения генома человека.

ББК 28.04

ISBN 5-7692-0624-1

© И.А. Захаров, 2003
© Издательство СО РАН, 2003
© Сибирское отделение РАН, 2003

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Когда мы обзираем громадные успехи естественных наук в течение XIX века и видим то, что они нам обещают в своем дальнейшем развитии, мы не можем не сознавать, что перед человечеством открывается новая полоса в его жизни или, по крайней мере, что оно имеет в своих руках все средства, чтобы открыть такую новую эру». Этими словами начал первую главу своего труда «Этика», главу с примечательным названием «Современная потребность в выработке основ нравственности» известный русский мыслитель, ученый и анархист П.А. Кропоткин. Сказанные им сто лет назад слова в большей мере относятся к науке XX века, чем к науке века XIX.

В этой книге мы изложим биологические предпосылки тех этических (а также и юридических) проблем, которые возникают в процессе развития одной из естественных наук - генетики. До недавнего времени люди могли что-то, плохое или хорошее, сделать только по отношению к уже рожденным своим собратьям; последние достижения генетики позволяют влиять на судьбы будущих поколений. Что при этом допустимо? При каких условиях возможно вмешательство в наследственную основу, а значит, и в судьбу ребенка, который еще не появился на свет? Какие действия должны безусловно отвергаться, а какие могут считаться допустимыми? Именно такие вопросы стоят сейчас перед человечеством. Новизна возникающих проблем требует, чтобы общественность была осведомлена о биологических основах тех генетических процедур, которые уже начали или вот-вот начнут применяться по отношению к

человеку. Изложение этих основ и является нашей главной задачей. Здесь также будет сформулирован ряд вопросов, носящих этический и/или юридический характер, однако мы не берем на себя смелость дать на них категорические ответы. По нашему мнению, ответы должны быть найдены в процессе дискуссий в обществе, но обсуждение новых проблем может быть плодотворным лишь в том случае, когда все принимающие участие в дискуссии хорошо понимают, о чем, собственно, идет речь.

ЧТО ТАКОЕ ГЕНЕТИКА? ЧТО ТАКОЕ ЭТИКА?

Генетику определяют как науку о законах наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими. Это значит, что генетика изучает то, как и почему потомство оказывается сходным со своими родителями, получая от них не только признаки, характеризующие данный биологический вид, но и индивидуальные особенности. У собаки всегда рождаются щенки, у кошки - котята; рождение царицей «не мышонка, не лягушки, а неведомой зверюшки» возможно только в сказке. Подобие детей их родителям - общеизвестный факт. Несмотря на обычное сходство детей с родителями или более далекими предками, иногда обнаруживается появление какой-то совершенно новой черты, не встречавшейся ранее в этом роду или вообще у данного вида организмов. Подобные случаи - это проявление изменчивости, изучение которой также является задачей генетики.

В XX веке генетики установили, что особенности организмов определяются их генами, мельчайшими структурами, находящимися в ядрах всех клеток, как соматических, то есть телесных, так и половых. Гены состоят из особого, замечательного по своим свойствам химического вещества - дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Особенность этого полимера, образующего гигантские по своим размерам молекулы, состоит в том, что его молекулы способны, во-первых, сохранять записанную в них генетическую информацию, а во-вторых, самовоспроизводиться, то есть создавать себе подобные копии. Запись генетической информации условно обозначается четырьмя буквами - А, Т, Г, Ц - пер-

выми буквами названий четырех химически различных звеньев, из которых и состоит цепь молекулы ДНК. Разные части молекулы ДНК, разные гены одного организма, наконец разные геномы (совокупности генов) различных организмов построены сходно, а различаются только чередованием звеньев (букв). Способность ДНК самовоспроизводиться связана с тем, что молекулы этого вещества состоят из двух цепей, при воспроизведении цепи расходятся и каждая служит матрицей (образцом) для построения своего партнера. В результате из одной двуцепочечной молекулы образуется две, ей и друг другу подобные.

При делении клетки ее генетический материал воспроизводится вышеописанным образом, и каждая из двух дочерних клеток получает полный набор генов, то есть такой набор, который был у родительской клетки. В результате, когда из одной оплодотворенной яйцеклетки образуется зародыш, а затем из него - взрослый организм, все клетки этого организма по своему генотипу (набору генов) будут подобны и обладать теми же генами, что и породившая его яйцеклетка.

Иначе дело обстоит при образовании половых клеток - яйцеклеток и сперматозоидов. При их формировании происходит перекомбинирование генов, которые организм получил от своих родителей, и все яйцеклетки, произведенные одной женщиной, так же как и все сперматозоиды, произведенные одним мужчиной, генетически различны. Сказанное можно пояснить следующим образом. Женщина получила от своей матери следующий набор генов - *A B C D E F*, а от отца - *a b c d e f*. Таким образом, набор генов, присутствующих во всех клетках ее тела, - *Aa Bb Cc Dd Ee Ff*. При образовании женских половых клеток гены перетасовываются и образуются, например, такие их комбинации: *Abcdef*, *ABcdef*, *ABCdef* и так далее, всего в данном примере 64 комбинации, не будем их все перечислять. В действительности у человека не 6, а, по современным данным, около 30 тысяч генов. Отсюда число различных комбинаций генов, которые появляются при образовании половых клеток,

астрономически велико. Поэтому каждая яйцеклетка и каждый сперматозоид по тому сочетанию генов, которое они несут, уникальны.

Поскольку любая яйцеклетка, как и любой сперматозоид, в генетическом отношении уникальна, отсюда следует, что пара родителей не может произвести на свет двух одинаковых детей: все их дети будут в той или иной степени отличаться друг от друга, как, разумеется, и от своих родителей (за исключением однойцовых близнецов, о которых речь пойдет ниже).

От своих родителей и предков человек получает не готовые признаки, а лишь их задатки, которые мы и называем генами. Признаки формируются в процессе развития зародыша, затем - взросления ребенка и наконец - старения человека. При этом разные признаки проявляются в разном возрасте и в меньшей или большей степени зависят от тех условий, в которых происходит их становление. Определяемый генами цвет глаз не зависит от того, в каких условиях шло развитие человеческого зародыша, а генетически предопределяемое ожирение не проявится при недостатке пищи. Одной из форм диабета заболевают только в детстве. Старческое же слабоумие, как показывает само название этого недуга, поражает людей после 60 лет.

Если и среди детей одной пары родителей нет двух генетически одинаковых, то тем более не бывает двух совершенно схожих людей, как и идентичных особей среди представителей любого биологического вида (оговоримся, что речь здесь идет о видах, которые размножаются половым путем). Даже внешне похожие особи обязательно различаются по своей физиологии и биохимии. Такое разнообразие внутри вида, его называют полиморфизмом, имеет глубокий биологический смысл. Организмы какого-либо вида всегда существуют в несколько различающихся условиях, иногда подвергаются последствиям природных, а теперь и техногенных катастроф. Разнообразие внутри вида обеспечивает его существование в изменяющихся условиях среды, придает ему надежность, поскольку одни особи оказыва-

ются более устойчивыми, например, к пониженной температуре, другие - к перегреву, третьи - к болезням, а четвертые - более подвижны и легче расселяются.

Генетика - достаточно молодая наука, ей немногим более ста лет. Однако практически с явлениями наследственности и изменчивости человек познакомился очень давно, не только наблюдая за размножением рода человеческого, но и занимаясь разведением одомашненных растений и животных. Скотоводство, например, насчитывает около 10 тысяч лет. За прошедшие тысячелетия бессознательной, а позднее сознательной селекции человечество создало великое множество разнообразнейших сортов и пород, достаточно напомнить читателю, сколь различны породы собак. Все это разнообразие было создано отбором, то есть использованием для размножения тех производителей, которые чем-то отличались от остальной массы особей своего вида. Отбором были выведены бойцовые породы собак, особо агрессивные, и лишённые всякой агрессивности комнатные и декоративные породы, огромные доги и в десятки раз уступающие им по массе той- или йорктерьеры.

Генетика обобщила и истолковала накопленный в предыдущие века опыт селекционеров, а в последние 15-20 лет предложила совершенно новые методы изменения наследственности. Среди них - разрушение отдельных, выбранных в качестве мишеней генов, пересадка генов, как от близкородственных, так и от далеких организмов. Эти методы относятся к той области биотехнологии, которая обычно именуется генной инженерией. Развиваются и другие «инженерии» - клеточная, эмбриональная, основанные на манипуляциях с отдельными клетками или с эмбрионами.

Мы сообщили здесь лишь основные положения генетики, более подробные сведения о генах и их передаче от родителей потомкам мы приведем позднее, там, где это будет необходимо по ходу изложения.

Подведем некоторые итоги. То, что мы рассказали о генетике применительно к нашей теме может быть суммировано в следующих положениях:

1. Врожденные свойства человека закладываются в момент слияния родительских половых клеток. Данная пара родителей может произвести миллиарды разных сочетаний своих генов, и какая комбинация в данном акте реализуется, есть дело Случая (или Бога, если Бог управляет случайностью).

2. Каждый человек уникален и неповторим как по своему набору генов, так и по всем своим психическим и физическим качествам (за исключением редко появляющихся однойцовых близнецов, которые, развиваясь в самостоятельные личности, все же остаются по большинству свойств копиями друг друга).

3. С научной точки зрения не следует стремиться к генетическому «улучшению» человеческого рода: разнообразие является условием благополучного существования любой популяции (сообщества) живых организмов, в том числе и человека. Сформулировать на научной основе критерии, которым должен соответствовать «идеальный человек», - невозможно.

Слово «этика» было впервые использовано Аристотелем для обозначения раздела философии, изучающего нравственность. Сейчас оно употребляется как в этом смысле, так и в качестве синонима слова «мораль».

Правила поведения человека, живущего в социуме, существенно различались в разные эпохи и в разных обществах, да и сейчас законы и обычаи многих стран значительно отличаются от тех, которые приняты в цивилизованном мире.

История знает каннибализм, рабство и торговлю людьми, многоженство и многомужество, кровнородственные браки. Сейчас на западноевропейских пляжах многие женщины загорают «топлесс», а мусульманки считают недопустимым показаться посторонним мужчинам с непокрытой головой, а во многих странах - и с незакрытым лицом.

При всем разнообразии традиций и обычаев еще 2-2,5 тысячи лет назад в разных, далеких друг от друга странах - Греции, Палестине, Индии, Китае - стали формироваться этические системы, сходные по сво-

ей сути и проповедующие принимаемые в дальнейшем все большим числом людей и обществ принципы поведения, основанные на признании права на жизнь, неприкосновенность и личную свободу любого человека.

Конечно, эти, казалось бы, укоренившиеся и бесспорные положения соблюдаются далеко не всегда и не всеми. Право на жизнь постоянно нарушается в ходе войн. Отнюдь не все страны отказались от смертной казни преступников. Некоторые европейские страны узаконили эвтаназию (безболезненное умерщвление безнадежных больных по их просьбе), нарушив тем самым как заповедь «не убий», так и требование старой Клятвы Гиппократата («Я не дам никому просимого смертельного средства и не покажу пути к такой цели»).

Казалось бы, очевидное право каждого человека оставить потомство ограничивается в некоторых странах государством, стремящимся регулировать рождаемость. Справедливость этого права вызывает и большие сомнения - может ли оно распространяться на тех, кто не в состоянии воспитывать или содержать детей, например на психически больных, идиотов, инвалидов, алкоголиков? Таким образом, признавая некоторые этические принципы основополагающими, современное общество отнюдь не достигло согласия в том, насколько эти принципы незыблемы и как они должны реализовываться в конкретных житейских ситуациях.

Тем большие проблемы возникают, когда человечеству приходится принимать решения в совершенно новых ситуациях, в частности, в тех, которые создаются в результате достижений современной науки. Попытки при этом опереться на религиозные традиции отнюдь не всегда оказываются рациональными и плодотворными: Ветхий Завет, например, осудил Онана, проливавшего свое семя, что служит основанием для иудейских богословов настаивать на запрещении искусственного осеменения женщины или «зачатия в пробирке» при использовании спермы ее супруга

(сперма может быть получена в результате греховной мастурбации!).

В последующем обсуждении тех проблем, которые возникают в связи с новейшими достижениями биологических наук и перспективами их приложения к человеку, мы будем отталкиваться от наиболее широко признанных положений:

1. Лишение человека жизни является недопустимым. Это положение, однако, достаточно спорно применительно как к практике смертной казни по решению суда, так и к эвтаназии - помощи в безболезненном уходе из жизни неизлечимых и физически страдающих больных.

2. Мировым сообществом XXI века признано, что человек не является товаром; торговля людьми относится исключительно к криминальной сфере.

Глава вторая
ЕВГЕНИКА

Достижения селекционеров подтолкнули некоторых биологов в конце XIX - начале XX века поставить вопрос о применении методов отбора к человеку как с целью сократить число больных или физически и психически неполноценных людей, так и с целью существенно улучшить человеческую природу. Солидной научной основы подобные предложения не имели, и евгеника оказалась не истинной наукой, а псевдонаукой.

Тем не менее евгеника стала заметным общественно-политическим явлением, особенно в США. В начале XX века были разработаны способы измерения умственных способностей человека, его так называемого коэффициента интеллекта (IQ). Широкие исследования с использованием этого коэффициента выявили два безусловно реальных явления и одно крайне сомнительное, но принятое в ту эпоху на веру. Во-первых, оказалось, что все люди отличаются по своему IQ, причем если определять содержание в какой-то группе людей индивидов с большим или меньшим IQ, то получается такая же картина, как, например, с человеческим ростом. Численно преобладают люди со средними способностями, реже встречаются со способностями выше и ниже среднего, наконец выдающиеся по величине IQ, «гении», как и с крайне низкими значениями IQ, «идiotы» - редки, подобно тому, как редки великаны и карлики. Во-вторых, оказалось, что различия по IQ наследуются, этому свидетельствовали сходство значений IQ у детей и родителей и практически полное совпадение величин IQ у однойцовых близнецов, у которых генотип, то есть полученный от родителей набор генов,

идентичен. Все последующие, проведенные до настоящего времени исследования подтверждали описанную картину изменчивости и наследования умственных способностей. Разумеется, за почти сто лет изучения этой проблемы методы анализа были значительно усовершенствованы, а представления о генетической обусловленности способностей углублены и развиты.

Третье наблюдение, особенно взволновавшее общественность, убедительно подтвердить не удалось. В первых исследованиях оказалось, что разные народы или представители разных рас имеют неодинаковые средние значения IQ, наиболее высокие - белые американцы англосаксонского происхождения. Вопрос этот переисследовался и горячо дискутировался до 70-х годов XX века, обсуждался и позднее, но нам в данном случае важно не нынешнее состояние этой проблемы, а те социальные выводы, которые были сделаны еще в 20-е годы. Распространилось мнение, что есть более одаренные народы - жители Северной Европы, от которых происходят и белые американцы, и менее развитые умственно - негры, евреи, жители Южной и Восточной Европы. Поскольку до Первой мировой войны и после ее окончания происходила достаточно массовая эмиграция европейцев в Америку (в основном - бедных, малообразованных и плохо или совсем не знающих английского языка, что и было основной причиной их низкого IQ при тестировании), были приняты законодательные акты, устанавливающие разные квоты для эмигрантов разных национальностей. Наиболее известный из них - Акт ограничения иммиграции 1924 года.

Хотя строгими генетическими методами преимущественное влияние наследственности на человеческое поведение доказано не было, широко распространилось убеждение в том, что именно гены определяют криминальное поведение, алкоголизм и т.п. Социальные болезни попытались лечить евгеническими методами, предотвращая размножение как умственно неполноценных, так и социально опасных людей. В тридцати шта-

тах США были приняты законы о принудительной стерилизации эпилептиков, слабоумных, преступников и «нравственных дегенератов». Здесь в 20-30-е годы XX века было стерилизовано не менее 20 тысяч человек.

С середины 30-х годов евгеническое движение в США и в других странах оказалось дискредитированным - мир ужаснулся практикой массового геноцида, проводившегося в фашистской Германии и оккупированных ею странах под лозунгами чистоты расы, расовой гигиены и при разделении народов на высшие и низшие. В Германии в эти годы было стерилизовано 250 000 человек, а миллионы «неполноценных» - физически уничтожены.

Хотя несколько выдающихся генетиков в СССР в 20-е годы увлеклись идеями евгеники, в СССР евгеника не получила заметного распространения и не стала основой каких-либо социально-политических акций.

Оценивая евгенику с позиций современной науки, следует сказать, что в период расцвета евгенических идей и движений она не имела серьезной научной базы. Умственные и поведенческие признаки человека являются результатом сложных взаимодействий генотипа и воспитания (среды), причем вклад того и другого фактора различен для разных признаков, в разных семьях и обществах. Опыт животноводов показывает, что отбор, проводимый по внешним признакам, без учета конкретного генотипа животных, малоэффективен и его результаты могут проявиться лишь в весьма отдаленных поколениях. Если бы евгенические рекомендации о предотвращении размножения умственно неполноценных стали бы широко проводиться в жизнь, это не привело бы к быстроощутимому изменению уровня интеллекта в человеческом обществе. То же самое, и с еще большей уверенностью, можно было бы сказать относительно асоциального поведения, которое является результатом воздействия прежде всего социальных, а не генетических факторов.

Можно привести и ряд других аргументов против евгенических идей. Нередко гены влияют не на один

признак, а на ряд свойств организма. Такие множественные эффекты генов (не говоря о подчас весьма сложных их взаимодействиях) далеко не всегда известны. Отбор по одному, казалось бы, благоприятному признаку может вызывать непрогнозируемые отрицательные последствия. В этой связи сошлемся на установленные факты связи психических заболеваний с творческими способностями. Маниакально-депрессивным психозом или депрессиями страдали художники Поль Гоген и Винсент Ван Гог, композиторы Роберт Шуман и Густав Малер, писатели Эдгар По, Марк Твен, Герман Гессе, Эрнест Хемингуэй. Вообще, подобные психические заболевания обнаруживаются примерно у 6 % людей. Если бы проводился жесткий отбор против носителей генов депрессивных состояний, то мировая культура не досчиталась бы многих гениев. Напомним, что и величайший русский писатель Федор Достоевский был эпилептиком, страдал одним из генетически обусловленных психических заболеваний, кстати, фигурировавшим в списке предпосылок для стерилизации в 20-30-е годы в США.

Евгеника, рекомендуемая тем или иным способом ограничивать размножение неполноценной части человеческой популяции, называется *негативной*. Наряду с ней существовала, хотя и была менее популярной, так называемая *позитивная* евгеника, рекомендовавшая способствовать размножению наиболее ценных членов общества.

Фантастические проекты позитивной евгеники были выдвинуты в СССР. Удивительно, что эти утопические и научно сомнительные проекты выдвигали такие выдающиеся ученые, как А.С. Серебровский, пожалуй, наиболее одаренный из советских генетиков, и будущий нобелевский лауреат, работавший в СССР на протяжении четырех лет американец Г. Меллер. Г.Меллер неоднократно резко выступал против евгеники в той ее форме, в которой она существовала в первой трети XX века в США. В противовес ей Меллер выдвинул собственную программу позитивной евгеники и

изложил ее в письме к И. В. Сталину, желая увлечь его открывающимися перспективами улучшения человеческого рода.

Это письмо, написанное в начале 1936 года, заслуживает того, чтобы привести хотя бы отрывки из него.

«Дорогой товарищ Сталин! В качестве ученого, убежденного в окончательной победе большевизма во всех отраслях человеческой деятельности, я обращаюсь к вам с вопросом жизненной важности... С одной стороны, потому, что он заключает в себе безграничные возможности прогресса. А с другой стороны, для суждения о нем необходима ваша дальновидность и ваше умение реалистически применять диалектическую мысль... С постепенным ростом понимания больших социальных возможностей и обязанностей воспроизводства и при отделении воспроизводства от полового акта эти чувства все больше будут заменяться другими, столь же сильными и действенными для дела создания высокого типа семейной жизни... Вполне возможно посредством техники искусственного осеменения... использовать для таких целей воспроизводственный материал наиболее трансцендентно высоких личностей, одного из 50 тысяч или одного из 100 тысяч... Социальный путь... является позитивным и стремится к обильному воспроизводству, которое комбинирует высшие черты одаренности каждой расы... Он не проводит гнусного различия между человеком и его соседом, потому что генетический материал, который он распространяет для совершенно добровольного использования, получается из столь исключительных источников, что физически все будут рады признать его выдающуюся ценность. Многие матери завтрашнего дня, освобожденные от оков религиозных предрассудков, будут горды смешать свою плазму с плазмой Ленина или Дарвина (это художественный образ; гены Дарвина и Ленина ни в 30-е годы, ни сейчас использовать для оплодотворения «сознательных женщин» невозможно. - *И.З.*) и дать обществу ребенка, наследующего их биологические качества... Долг нынешнего поколения - позаботиться о том,

чтобы последующее поколение обладало наилучшими генетическими качествами, а также наивысшей техникой и социальной структурой...

Отбросив ложных богов, человек, организованный при социализме, должен взять на себя роль творца, завоеывая с большевистским энтузиазмом также и ту неприступную крепость, в которой находится ключ к его собственному внутреннему существу.

Безнадежно отставшие даже в этой области, на которую они ложно претендовали как на принадлежащую только им, буржуазные и фашистские страны окажутся побитыми, выражая бессильными фразами свое смущение...»

На свое письмо Г. Меллер ответа не получил. К счастью, Сталина не увлекла перспектива генетического улучшения советского народа, он предпочитал действовать другими, более близкими ему методами. Это письмо следует рассматривать как интереснейший исторический документ, отражающий атмосферу уже далекой от нас эпохи, а с другой стороны, демонстрирующий, до какой степени путанное мировоззрение и наивные политические и этические взгляды может иметь ученый с блестящим интеллектом. В этой связи оно поучительно и для нынешнего времени, когда не только широко пропагандируются возможности (не всегда бесспорные) геной инженерии, но и предлагается клонирование человека.

В пространных научных комментариях письмо Г. Меллера не нуждается. Искусственное оплодотворение женщин и его вариант - «зачатие в пробирке», проводимые с использованием спермы как мужа, так и анонимной донорской, стали достаточно рутинной процедурой, осуществляемой при соответствующих медицинских показаниях и при желании женщины иметь ребенка. Принимаемое при этом женщиной решение является глубоко личным делом, не терпящим вмешательства общества или государства. Ни в одной стране эта процедура не используется для «улучшения человеческого рода». Помимо очевидных этических возражений

против такого вмешательства, оно не могло бы иметь существенной научной базы. Ни во времена Меллера, ни в наше время нет четких данных, которые бы свидетельствовали о том, что выдающиеся качества личности зависят от немногих отдельных генов. Если это так, то в потомстве выдающихся людей их таланты не будут воспроизводиться, и даже при полной реализации утопической программы Меллера нельзя было бы рассчитывать получить, тем более в первом же поколении, заметные сдвиги в положительном направлении.

Главный недостаток как программы Меллера, так и всех других евгенических концепций состоит в том, что невозможно предложить приемлемые для всех и сформулированные на научной основе критерии того, какими чертами, признаками должен был бы обладать «выдающийся производитель» в человеческом обществе.

Есть еще один момент, который является в обсуждаемой проблеме едва ли не самым главным. Для популяций любого биологического вида условием их благополучия и приспособляемости к среде является сохранение значительного генетического разнообразия. То же самое справедливо и для человеческого общества. Его гармоничное и устойчивое функционирование возможно лишь при условии наличия в нем людей с самыми разными способностями, разными склонностями и темпераментом. Одаренному богатым воображением читателю я бы предложил представить картину жизни общества, состоящего наполовину из Дарвинов, наполовину из Лениных!

К только что сказанному по поводу евгеники нам придется неоднократно возвращаться, когда мы будем рассматривать современные попытки улучшить человеческий род.

Глава третья

ГЕНЕТИЧЕСКИ ЖЕЛАЕМЫЕ ДЕТИ

В июне 2001 года было объявлено об успешном эксперименте по отбору зародышей, свободных от генов, вызывающих наследственные заболевания, до пересадки в матку матери. Рассмотрим суть этих экспериментов несколько подробнее.

Группа под руководством доктора Ю. Верлинского, работающая в Институте репродуктивной генетики в Чикаго (США), обеспечила зачатие ребенка, свободного от гена, вызывающего рак, который ребенок мог унаследовать от своего отца. Супруг проявлял предрасположенность к развитию онкологических заболеваний, так называемый синдром Ли-Фромени, вызываемый мутацией в гене p53. У страдающих этим наследственным недостатком людей раковые заболевания с 50-процентной вероятностью развиваются до 40-летнего возраста, а нередко - еще в детстве. Супруг в отношении патологического гена был гетерозиготным, это означало, что 50 % его сперматозоидов получали мутантную (патологическую) копию гена p53, а 50 % - нормальную. Оплодотворение яйцеклеток будущей матери производилось «в пробирке», в искусственных условиях оплодотворенные яйцеклетки начинали делиться и достигали стадии восьми клеток. Одна клетка такого зародыша изымалась (операция, считающаяся безвредной, так как дальнейшее развитие зародыша протекает нормально) и подвергалась генотипированию - установлению генотипа с помощью современных методов анализа ДНК. Из 18 зародышей 7 оказались свободными от патологического гена, 3 из них были помещены в матку матери, которая в конце кон-

цов забеременела и родила здорового мальчика. Метод получил название «предимплантационная генетическая диагностика» и, по словам его разработчиков, может использоваться для предотвращения 45 различных наследственных заболеваний, в том числе тех, которые проявляются или могут проявиться в пожилом возрасте. Альтернативой предимплантационной является достаточно давно применяемая пренатальная диагностика, когда устанавливается генотип развивающегося в матке эмбриона, и в необходимых случаях он может быть абортирован. Широко распространенное осуждение практики абортот делает первый подход более предпочтительным.

В большей степени спорными оказались другие процедуры, произведенные тем же коллективом врачей и генетиков.

Родителями был «заказан» ребенок, который был бы наиболее подходящим донором костного мозга для своей старшей сестры, страдающей неизлечимой формой анемии. Такой ребенок по имени Адам Нэш был «произведен» путем отбора эмбрионов и появился на свет в 2000 году; взятые от него клетки действительно позволили спасти жизнь сестры. В Институт доктора Берлинского обратились две пары из Великобритании, не получившие в своей стране разрешения на осуществление подобной манипуляции. Эти пары хотели произвести на свет детей, клетки которых помогли бы спасти жизнь ранее рожденных братьев и сестер, страдающих неизлечимыми наследственными заболеваниями: в одном случае - лейкемией, в другом - талассемией.

Лежащая в основе всех рассмотренных работ техника экстракорпорального (вне тела) оплодотворения, или «оплодотворения в пробирке», была разработана в Англии еще в 1978 году. С тех пор по меньшей мере миллион детей появились на свет благодаря этому методу, применяемому в тех случаях, когда женщина не может быть оплодотворена естественным путем. По сообщению прессы, эта, освоенная и в России, процедура стоит в Москве 2000 долларов.

Когда говорится о производстве детей запланированного или желаемого генотипа, имеется в виду отбор среди многих полученных «в пробирке» зародышей тех, которые имеют запланированный генотип. По мере достижения все большего успеха в расшифровке генома человека число генных вариантов, которые можно будет тестировать, будет стремительно возрастать.

Чисто научных аргументов, когда речь идет об исключении зародышей с явно патологическими генами, быть не может. Как, однако, далеко можно идти по этому пути? Вправе ли родители «заказывать» ребенка с генами долголетия, с генами музыкальных или математических способностей, с определенным цветом глаз или формой носа? Все это в ближайшие 10 лет может стать вполне реальным. Однако во всех этих, как и в других, случаях должны рассматриваться цели данной манипуляции и обоснованность желаний родителей. Разумеется, законодательные ограничения будут способствовать уходу части клиник и лабораторий репродукции «в подполье». Следует, однако, сказать, что серьезной общественной опасности деятельность подобных клиник, в силу ограниченности круга их клиентов, представлять не может. Опасность, которая видна в этой практике, состоит в превращении ребенка в товар, и в ряде ситуаций он становится не самоцелью, а средством. Это уже происходит при использовании клеток «запланированного» ребенка для лечения его ранее родившихся братьев и сестер. Легко представить развитие ситуации, ведущей к явно аморальным или даже преступным действиям.

С религиозной точки зрения проведение такого искусственного отбора эмбрионов есть определенное стремление к соперничеству с Божьим промыслом и, очевидно, получит осуждение.

Глава четвертая

ПЕРВЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ДЕТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ

В средствах массовой информации в мае 2001 года появились сенсационные сообщения о рождении в США первых генетически модифицированных детей. Описание этих экспериментов было дано в статье Баррита, Бреннера, Мальтера и Коэна (*Human Reproduction*, 2001, vol. 16, № 3, p. 513). Речь в этой публикации шла об использовании процедуры, позволяющей преодолеть врожденное бесплодие женщин, вызванное дефектом митохондрий. Напомним, что митохондрии - органеллы, находящиеся в цитоплазме клеток всех людей, животных и растений, обеспечивают клетки энергией и обладают своим собственным генетическим аппаратом. Митохондриальная ДНК (мтДНК) представлена мальми по размеру кольцевыми молекулами, включающими у человека всего лишь 37 генов, которые совершенно необходимы для нормального функционирования клеток.

Митохондриальный геном всех людей, кроме родственников по женской линии, различен. Различия митохондриальной ДНК разных людей дают возможность использовать анализ этой ДНК для генетической идентификации личности и установления родства.

До сих пор неизвестно, связана ли «нормальная» изменчивость мтДНК с какими-либо признаками человека - морфологическими, физиологическими или психическими. Известно лишь то, что инактивация в результате мутаций отдельных митохондриальных генов является причиной различных патологических состояний - от наследственной слепоты и глухоты до диабета и старческого слабоумия. Все вызванные митохондриальными мутациями болезни передаются по ма-

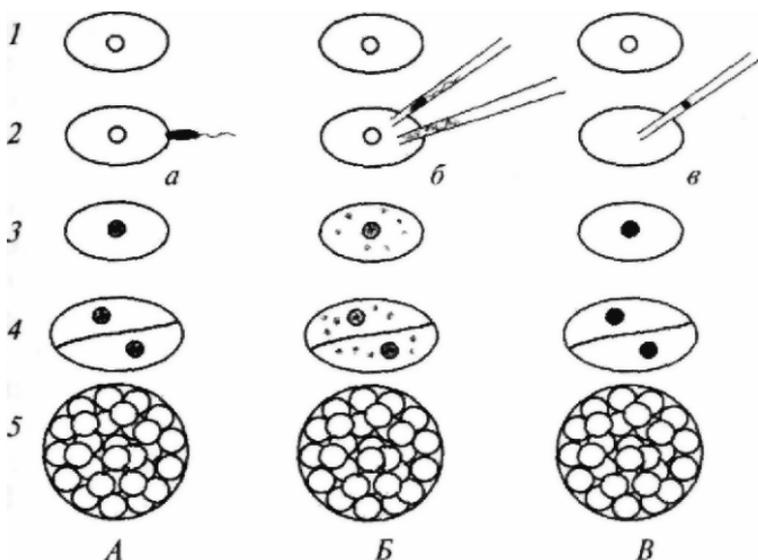


Рис. 1. Схема этапов развития зародыша из оплодотворенной яйцеклетки и яйцеклетки с пересаженными митохондриями или ядром.

А - естественное оплодотворение; *Б* - оплодотворение «в пробирке» с одновременным переносом митохондрий; *В* - пересадка ядра соматической клетки - «клонирование». *1* - яйцеклетка. *2а* - сперматозоид проникает в яйцеклетку; *2б* - с помощью пипеток в яйцеклетку вводится сперматозоид и содержащая нормальные митохондрии цитоплазма из другой клетки; *2в* - в яйцеклетку с предварительно удаленным собственным ядром вводится ядро соматической клетки. *3* - готовая к делению яйцеклетка. *4* - начало делений. *5* - многоклеточный зародыш.

теринской линии, как и сами митохондрии: их каждый человек получает только от своей матери.

Коллектив под руководством доктора Джека Коэна, работающий в Институте репродуктивной медицины и науки в штате Нью-Джерси (США), разработал и применил так называемую технику переноса ооплазмы (рис. 1). В яйцеклетку женщины, страдающей бесплодием, тончайшей пипеткой вводятся сперматозоид мужа (который и произведет собственно оплодотворение этой яйцеклетки) и капелька цитоплазмы из яйцеклетки здоровой женщины-донора. Перенесенные митохондрии

донора приживляются в яйцеклетке, восстанавливают нормальный уровень энергетического метаболизма клетки и обеспечивают ее дальнейшее нормальное развитие в матке матери, куда подвергшаяся микрооперации яйцеклетка возвращается.

С 1997 года описанная операция была выполнена на яйцеклетках 30 страдавших бесплодием женщин. У 17 из них беременность не наступила, у одной наступила, но прервалась; 12 женщин родили детей, причем у трех родились двойни. Таким образом, за четыре года только в лаборатории доктора Коэна разработанным методом было получено 15 детей, столько же - в других лабораториях, освоивших эту технику. Из 15 детей, искусственно зачатых в Нью-Джерси, 13 живут в США, один ребенок - в Великобритании (где подобные операции запрещены), один - во Франции. Коэн утверждает, что все дети совершенно здоровы.

Изучение митохондриальной ДНК двух младенцев показало, что в их клетках действительно присутствуют митохондрии как родной матери, так и женщины-донора. Переноса какого-либо другого генетического материала, кроме ДНК митохондрий, как и ожидалось, не было отмечено.

Сообщение об экспериментах по переносу митохондрий в человеческие яйцеклетки были опубликованы еще в 2000 году, но особое внимание привлекла последняя публикация коллектива исследователей из Нью-Джерси, вызвавшая многочисленные отклики в прессе и дискуссии среди специалистов.

Эксперименты по пересадке митохондрий в клетки различных организмов начали проводиться достаточно давно. В этих опытах использовались различные методы - и перенос цитоплазмы с помощью микропипеток, и слияние клеток с безъядерными клеточными фрагментами, и прочие. Более 30 лет назад автор этих строк совместно с сотрудниками лаборатории радиационной генетики Ленинградского Института ядерной физики разработали простой способ переноса митохондрий у дрожжей, получивший назва-

ние «цитодукция», в результате которого получаются клетки со смешанной цитоплазмой и ядром только одного из взятых в эксперимент партнеров. В дальнейшем цитодукция была описана и у других одноклеточных организмов.

С генетической точки зрения, если отвлечься от технической стороны дела и естественных биологических различий процесса оплодотворения у дрожжей и человека, можно сказать, что в экспериментах Коэна были получены человеческие цитодуктанты - ядро оплодотворенной яйцеклетки оказывалось в смешанной по происхождению цитоплазме.

Такое состояние генетической гетерогенности цитоплазмы, называемое гетероплазмией, может сохраняться при делении клеток, и даже на протяжении нескольких поколений. Клетки и организмы, в цитоплазме которых находятся генетически различные митохондрии, обычно называют гетероплазмами.

Дети, родившиеся в клинике доктора Коэна, вероятно, сохраняют гетерогенность митохондрий в своих клетках в течение всей жизни, а девочки в дальнейшем, возможно, передадут ее и своим потомкам. Именно последнее обстоятельство отличает описанные опыты Коэна от нередко практикуемых пересадок почек, костного мозга или сердца больным людям. При таких операциях гены клеток даже успешно приживленного органа не имеют никаких шансов передаться потомству. Дискуссия, которая развернулась в связи с экспериментами доктора Коэна, как раз и связана с проблемой допустимости или недопустимости вмешательства в «зародышевый путь» - генетическую «нить», связывающую ряд поколений людей.

В поднявшейся дискуссии обсуждается еще одна проблема - не будет ли рожденный по методу доктора Коэна ребенок иметь двух матерей со всеми вытекающими из этого юридическими, моральными и психологическими проблемами. Такие опасения наименее обоснованы - от естественной матери ребенок получает примерно 35 000 генов, от женщины-донора - добавленные

к ним 37 митохондриальных генов. Соотношение 1000 : 1 снимает проблему происхождения «от двух матерей», не говоря уже о важности той связи, которая устанавливается между естественной матерью и ребенком при его вынашивании. Подсадка до рождения ребенка чужих митохондрий с этой точки зрения мало чем отличается от такой рутинной процедуры, как переливание донорской крови только что родившемуся младенцу.

В связи с получением «генетически модифицированных» детей очень коротко перечислим некоторые из обсуждаемых или реализуемых проектов в области генетической инженерии животных, то есть пересадки не митохондриальной ДНК, а хромосомных генов, обычно от неродственных видов. Эти опыты показывают, какие попытки могут быть предприняты уже в ближайшем будущем с целью переделки генетического аппарата человека.

В начале 2001 года было сообщено о получении первой трансгенной обезьяны (прежде подобные эксперименты проводились на более далеких от человека животных). Исследователям из Орегонского центра изучения приматов (США) с помощью безвредного вируса удалось перенести в ооциты макаки-резуса ген медузы, производящий флуоресцирующий белок (образование такого белка в организме легко наблюдать). В матки приемных матерей были помещены 20 эмбрионов, в которые пытались пересадить ген; родилось 3 детеныша, из которых у одного действительно происходило образование светящегося зеленым светом белка. В частности, светились ногти этой первой генетически измененной обезьяны.

Применительно ко многим домашним животным уже достаточно хорошо отработаны не только методы клонирования (о которых будет сказано ниже), но и методы переноса чужеродных генов, то есть получения трансгенных животных. В основном таких животных создают с целью получения в больших количествах белков, имеющих применение в медицине. Обсуждаются или осуществляются и другие проекты.

Известно, что 3,2 % всех белков в коровьем молоке составляет лактоглобулин. Его совсем нет в человеческом молоке, и именно с наличием этого белка связано аллергенное действие коровьего молока на некоторых детей. Предполагается осуществить инактивацию соответствующего гена в геноме коров, чтобы их молоко стало неаллергенным.

Американская фирма «Трансджиник Петс» («Трансгенные домашние животные»), сотрудничая с учеными из Университета Коннектикута, пытается получить кошек, шерсть которых была бы лишена аллергенного белка фел д1. Методами направленной инактивации гена и клонирования предполагается вывести породу кошек, не вызывающих аллергию. Называется и ожидаемая цена таких животных - 750-1000 долларов.

Делаются попытки получить коз, в молочных железах которых происходит синтез белка паутины. Этот белок, придающий волокнам исключительную, пока искусственно недостижимую прочность, будет выделяться из молока таких трансгенных животных.

Гарвардский университет запатентовал «онкомышь». В геном мыши был введен человеческий ген, вызывающий рак груди. У трансгенных (с чужеродным геном) мышей быстро развиваются опухоли молочной железы, что делает их ценной экспериментальной моделью в онкологии.

В связи с угрозой биотерроризма, а именно применения террористами такого смертельного яда, как токсин ботулизма, две американские компании («Гематех» и «Дайнпорт Вакцин Корпорейшн»), получившие от правительства 3 млн долларов, пытаются вывести, а затем клонировать коров с человеческими генами, в крови которых накапливались бы свойственные человеку антитела к токсину. Такие антитела, безвредные для людей, могли бы быть использованы как при лечении пораженных токсином, так и с целью профилактики отравлений.

В попытках получить животных, чьи органы не будут отторгаться при пересадке человеку и, таким обра-

зом, служить «биопротезами», используются свиньи. Несовместимость их органов с человеческим организмом связана в значительной степени с образованием в клетках свиней особого сахара - альфа 1,3 галактозы. Для прекращения синтеза этого сахара надо инактивировать несколько генов, заведующих его образованием. Британская биотехнологическая компания «ППЛ Терапевтикс» в августе 2002 года объявила о получении первых свиней, у которых генно-инженерными методами разрушены два «вредных» гена.

Этот перечень можно было бы продолжить. Как видим, возможности генетической инженерии действительно фантастические.

Успехи в изучении генома человека таковы, что, вероятно, достаточно скоро станет технически возможным конструировать геном будущего ребенка, не только предотвращая развитие у него той или иной болезни, но и придавая ему, например, желаемый цвет волос и кожи или даже музыкальные способности путем пересадки соответствующих генов. Опасность заключается в том, что на этом пути можно зайти слишком далеко, и, сделав сейчас первый шаг, наука вступила на достаточно скользкую дорогу. Мы полагаем, что нет оснований подвергать осуждению эксперименты доктора Коэна или запрещать применение разработанной им процедуры избавления от женского бесплодия, но надо отдавать себе отчет в том, что после этого первого шага в дальнейших генетических манипуляциях с человеческими яйцеклетками (а также со сперматозоидами и эмбрионами) остановиться будет трудно.

Именно на основании подобных опасений в Великобритании и в некоторых других странах эксперименты по генетическому изменению зародышевого пути человека запрещены. В США же государство заняло позицию, подобную пилатовской, - «умыло руки», объявив: можете все это делать, но власти такие опыты финансировать не будут. Естественно, что операции доктор Коэн проводил не за счет государства.

Так или иначе, но сенсационные результаты доктора Коэна заставляют не только обсуждать допустимость генетических экспериментов на гаметях и эмбрионах человека, но и вернуться к старым дискуссиям о евгенике, поскольку новые достижения генетики и экспериментальной эмбриологии позволят ученым в недалеком будущем попытаться создать желаемый человеческий генотип и даже новую человеческую «породу» не путем длительного отбора (или подбора), как предлагали евгеники, а путем манипуляций с геномом и отдельными генами.

В данном случае перед наукой ставится важнейший вопрос: допустимы ли какие-либо вмешательства в человеческий геном, и если да, то какие и с какими целями. Введение человеческих или чужеродных генов в соматические (телесные) клетки начинает осуществляться в рамках так называемой генотерапии, которая, по-видимому, особых этических и юридических проблем не поднимает. Речь теперь идет об изменениях генома тех клеток, которые образуют «зародышевый путь», то есть потенциально могут дать начало следующим поколениям. Как показывают примеры, приведенные выше, способы такого вмешательства уже сейчас достаточно разнообразны, и они будут все более и более многообразны в самом ближайшем будущем.

Подобные эксперименты, проводимые на животных, открывают путь для пересадки в человеческую яйцеклетку чужих ядерных генов. Пересадка отдельных человеческих генов в яйцеклетку или зародыш с медицинскими целями вряд ли может вызывать возражения, хотя возможные цели такой операции могут быть достигнуты другими способами.

Следует определить показания к подобным пересадкам. Вероятно, они должны ограничиваться решением медицинских задач. Удовлетворение родительского тщеславия (например, желание придать будущему ребенку гены каких-либо выдающихся способностей, что в перспективе может стать реальным) должно быть исключено.

По нашему мнению, следует запретить пересадку генов других организмов, поскольку возможные последствия таких манипуляций заранее рассчитать невозможно, а с эмоциональной, этической или религиозной точек зрения создание человека с животными (растительными, бактериальными) генами, скорее всего, будет вызывать общее неприятие.

КЛОНИРОВАНИЕ ЖИВОТНЫХ

Термин «клон» в переводе с греческого означает буквально «отломанная ветка». Действительно, многие растения можно размножить отделенными веточками, которые способны укореняться. Группа растений, полученных таким бесполом путем от исходного материнского, и называется клоном.

Клонирование - это размножение какого-либо организма частями или клетками его тела. Всем известно клонирование растений - размножение земляники усами или тополя срезанными ветками. Широко распространенное в мире растений, клонирование животных гораздо более редкое явление. Тем не менее оно существует и описано для ряда низших животных - полипов и плоских червей. Гидра и червь планария не только способны восстановить свое тело из отрезанного кусочка, но и образуют клоны в процессе естественного бесполого размножения.

Большинство более высокоорганизованных животных подобными способностями не обладает. Существует по меньшей мере две причины, по которым клетки тела - соматические клетки, сохраняющие в некоторых случаях способность к делению, не могут воссоздать целый организм. Первая заключается в том, что в природе организм берет начало из яйца - особенно большой, в сравнении с другими, клетки, богатой строительными материалами. Именно эти запасы необходимых веществ и обеспечивают успешное развитие зародыша. Вторая причина состоит в том, что соматические клетки высокоспециализированы - среди них, например, есть клетки кожи, нервные клетки, клетки поджелудочной желе-

зы, которые выполняют совершенно разные функции и различаются не только своим строением, но и тем набором белковых веществ, которые в них имеются. Все клетки одного организма, произошедшие в результате множества делений из исходного яйца, имеют один и тот же набор генов - генотип, однако в одних клетках функционируют одни гены, в других - другие. Имеются специальные механизмы, обеспечивающие включение и выключение генов при развитии зародыша и при дифференциации клеток, то есть при приобретении клетками особого строения и специальных функций. Некоторые из этих механизмов известны, другие пока еще не совсем понятны. У высших животных включение и выключение генов в разных клетках оказывается устойчивым, и клетки сохраняют заданную им программу даже при их изъятии из организма и переносе в условия искусственного культивирования.

Итак, для того чтобы получить из отдельной клетки целый животный организм, надо решить две задачи. Во-первых, снять все запреты на функционирование генов, то есть обеспечить, как говорят, дедифференцировку клеток, вернуть их в то состояние, в котором клетки были на ранних стадиях эмбрионального развития. Во-вторых, дать возможность генам строить новый организм, снабдив их с самого начала достаточным количеством питательных и строительных материалов.

Первые относительно успешные опыты в этом направлении были проведены на амфибиях еще в 50-е годы XX века. Американцы Р. Бриггс и Т. Кинг, а затем и другие исследователи микрохирургическим путем изолировали ядра из клеток ранних стадий развития зародышей лягушек (на этих стадиях еще не достигнуто жесткое программирование работы генов) и перенесли тонкой пипеткой эти ядра в яйцеклетку, из которой предварительно было удалено ее собственное ядро (в энуклеированные клетки) (см. рис. 1). Яйцеклетка начинала делиться, образовывались зародыши, часть которых развивалась до стадии головастиков, а единичные достигали стадии взрослой лягушки. Такие

опыты по пересадке ядер показали, что их результат оказывается тем успешнее, чем моложе клетки, из которых брались ядра для пересадки. Более 20 лет не удавалось получить развития зародыша при использовании ядер из клеток взрослых лягушек; наконец в 1975 году удалось получить головастиков, происходивших от соматических клеток взрослого животного.

Хронология событий в клонировании позвоночных

Год

- | | |
|--------------|---|
| 1952 | Демонстрация возможности замены ядра яйцеклетки лягушки ядром эмбриональной клетки, получение из такого яйца головастика. |
| 1975 | Получение головастиков после пересадки в яйцеклетку ядра из клетки взрослой лягушки. |
| 1986 | Клонирование овец в результате переноса ядер из эмбриональных клеток. |
| 1997 (24.02) | Рождение овечки Долли - первого млекопитающего, клонированного путем пересадки ядра из клетки взрослого животного. |
| 1998 | Более 50 мышей получено путем клонирования из одной взрослой мыши; 8 телят - из одной взрослой коровы. |
| 2000 | Свиньи и козы клонированы из клеток взрослых животных. |
| 2001 | Компания АСТ объявила о получении шести - клеточного человеческого зародыша в результате пересадки ядра в яйцеклетку. |
| 2002 | Кролики и котенок клонированы из клеток взрослых животных. |
| 2002 (27.12) | Компания «Клонейд» объявила о рождении первого клонированного младенца - Евы. |
| 2003 (14.02) | Смерть овечки Долли. |

Были сделаны различные усовершенствования применяемых методов, однако в работе с амфибиями так и не удалось получить взрослых лягушек, если только ядра для пересадки не брались из зародышей ранней стадии развития (так называемой бластулы), в остальных случаях удавалось получить только головастиков. Опыты,

таким образом, показали, что у позвоночных, во всяком случае у амфибий, при дифференцировке клеток складывается жесткий механизм регуляции работы генов, и полностью преодолеть его оказывается невозможным.

Объем яйцеклеток млекопитающих примерно в тысячу раз меньше, чем яйцеклеток амфибий. Уже одно это затрудняет проведение соответствующих экспериментов на млекопитающих. Тем не менее попытки клонировать мышей, используя технику пересадки ядер, стали предприниматься еще в 70-е годы XX века. В течение 20 лет они оставались безрезультатными, а первый успех при работе с ядрами клеток ранних эмбрионов, переносимыми в энуклеированные яйцеклетки млекопитающих, был достигнут не на мышах, а на овцах, коровах и кроликах. В экспериментах именно с этими животными удалось довести развитие полученных в результате ядерной трансплантации эмбрионов до рождения. Несколько позднее было продемонстрировано, что источником ядер для пересадки (трансплантации) могут быть клетки не только зародышей, но и происходящей от них клеточной культуры.

Долгое время задача получения взрослого организма из яйцеклетки с ядром, взятым из клетки не эмбриона, а взрослого животного, оставалась нерешенной. Только в 1997 году группой исследователей, работающих в Эдинбурге (Шотландия) под руководством И. Уилмута (Рослин Институт), было сообщено о получении ягненка, генетический материал которого берет начало от ядра клетки молочной железы взрослой овцы. Эта овца-донор принадлежала к породе Финн Дорсетт, приемная мать - к породе шотландская черномордая. Появившийся на свет ягненок - овечка Долли - по всем признакам походил на свою генетическую прародительницу. Его происхождение было подтверждено и анализом ДНК. Используемые клетки молочной железы до изоляции ядер прошли несколько делений в клеточной культуре. Успех при трансплантации их ядер был достаточно редким событием - один родившийся ягненок

из 276 реконструированных яйцеклеток. Использование в качестве источника ядер эмбриональных клеток примерно в три раза повышало процент успешного получения зародышей.

Успех, достигнутый при получении овцы Долли, подстегнул исследователей: одно за другим стали появляться сообщения о клонировании различных животных. Лаборатория И. Уилмута произвела на свет вторую овцу, Полли, из клетки, в которую был предварительно пересажен чужой ген. С использованием ядер эмбриональных клеток были получены клоны макаки-резус, получившие имена Нети и Дитто. Трудности в клонировании мышей были наконец преодолены и появились целые семьи клонированных мышей, которые начали успешно размножаться. В 2000 году из клеток взрослых животных были получены клоны свиней и коз. Таким же способом были произведены в 2002 году котенок и кролики.

Зачем исследователи занимаются клонированием животных? Помимо чисто научного интереса к проблеме сохранения клетками потенции к развитию в целый организм, работы по клонированию преследуют и прикладные цели - главным образом в области биомедицины, в меньшей степени - в области сельского хозяйства.

Поскольку оказалось возможным получать клоны, используя ядра клеточных культур, стало реальным относительно легко создавать трансгенных животных, несущих те или иные чужеродные гены, предварительно проводя трансформацию (введение чужого гена) клеток в культуре. В предыдущей главе упоминались полученные именно таким образом коровы, в крови которых образуются человеческие антитела. Французские исследователи, получившие клонированных кроликов, отмечают, что 20 или 40 кроликов могут дать столько же молока, сколько одна овца, но кролики размножаются намного быстрее, и, используя трансгенных кроликов, выделяющих с молоком тот или иной применяемый в медицине человеческий белок, легко создать целые биофабрики по производству такого белка. В кро-

личьем молоке уже получены антитела, которые могут использоваться при лечении рака почки. Через три - пять лет предполагается выпустить на рынок продукты кроличьих фармацевтических биофабрик.

В сфере сельского хозяйства клонирование позволит тиражировать уникальные генотипы особо ценных животных, например коров-рекордисток. Одна такая корова голштинской породы в США незадолго до смерти была клонирована, и ожидают, что две ее копии, когда они достигнут соответствующего возраста, должны оказаться столь же продуктивными. Говорят и о возможности клонирования скаковых лошадей-чемпионов, но, вероятнее всего, их использование на соревнованиях будет запрещено.

Хотя есть сообщения, что одна из клонированных свиней уже была съедена, высказываются сомнения, насколько безопасно использовать в пищу продукты, получаемые из клонированных животных. Несмотря на действительно возможные нарушения в функционировании отдельных генов у клонов, кажется маловероятным, чтобы такие изменения могли привести к накоплению в тканях животных каких-либо особо вредных веществ, и высказываемые опасения не имеют под собой реальной основы.

Вернемся к фундаментальным проблемам получения организма при переносе в яйцеклетку ядра клетки взрослого животного. Внешне нормальное развитие отдельных, правда, всегда немногих, зародышей, способность к размножению взрослых клонированных мышей и кроликов создавали мнение об отсутствии каких-либо нарушений функционирования генетического аппарата после процедуры клонирования. Сомнения в этом возникли, однако, когда у еще молодой овечки Долли, первенца клонирования, проявился артрит.

Сейчас у клонированных мышей отмечен целый «букет» нарушений - ожирение, нарушения в работе печени, пневмония, малая продолжительность жизни (рис. 2). Хотя появление таких нарушений оказалось достаточно неожиданным, их все же можно было предвидеть. В на-



Рис. 2. Страдающая ожирением клонированная мышь (справа), слева - две нормальные мыши.

чале 1960-х годов ленинградский генетик А.Л. Юдин занимался пересадкой ядер у одноклеточных амёб. Им было открыто явление наследственной нестабильности клонов с пересаженными ядрами, возникавшее даже тогда, когда ядра брались из клеток той же самой линии амёб. К сожалению, механизмы описанного явления расшифровать не удалось, однако результаты А.Л. Юдина определенно указали на возможные генетические эффекты самой процедуры пересадки ядра.

Исследователи из крупнейшего научного центра, занятого изучением генетики и биологии мышей в США, в 2002 году опубликовали работу, в которой были представлены результаты анализа функционирования 10 000 генов у клонированных мышей. Оказалось, что один из каждых 25 генов у клонированных животных работает не так, как должен был бы. Возможные причины этого сейчас выясняются, но как эти результаты, так и другие, пока еще несистематические наблюдения говорят о том, что даже получение взрослого организма после пересадки в яйцеклетку ядра соматической клетки не служит доказательством успеха в создании полноценной копии донора ядра.

КЛОНИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕКА - РЕПРОДУКТИВНОЕ И ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЕ

Клоны человека изредка возникают естественным путем, без всякой пересадки ядер. Однояйцевые близнецы, которые появляются в нескольких случаях на тысячу родов, являются результатом расщепления начавшего развиваться зародыша на две половинки, каждая из которых становится самостоятельным организмом. Происходя от одной оплодотворенной яйцеклетки, однояйцевые близнецы имеют одинаковый генотип и проявляют почти полное физическое сходство и значительное - по своим психологическим особенностям. Вместе с тем это две совершенно самостоятельные личности, каждая из которых живет своей внутренней жизнью. Успешная попытка, будь она сделана, клонировать взрослого человека создаст его близнеца, с тем лишь различием от обычных однояйцевых близнецов, что близнец-клон будет на 20-40 лет младше своего близнеца - донора генома. Физическое сходство между ними должно быть весьма значительным, однако, поскольку развитие младшего будет происходить в другой семейной обстановке, в других жизненных обстоятельствах, а подчас и в другую историческую эпоху, большого сходства в приобретенных в результате воспитания вкусах, свойствах характера и т.п. ожидать не приходится (рекомендую посмотреть фильм Э. Рязанова «Предсказание» - в нем без упоминания слова «клонирование» представлена именно такая ситуация).

Демонстрация возможности клонировать млекопитающих, пересаживая ядро из соматической клетки в безъядерную яйцеклетку, сразу же заставила обсуждать перспективы применения этой технологии к человеку.

Принципиальных различий между человеком и другими млекопитающими в особенностях полового воспроизведения нет, поэтому все то, что удастся сделать с овцой, мышью или обезьяной, возможно проделать и с человеком. Еще до того, как были проведены первые эксперименты, начались выступления политиков и законодателей, которые резко осудили клонирование человека и стали добиваться принятия соответствующих законодательных актов. В проходивших и ведущихся и сейчас дискуссиях наряду с научными аргументами присутствует много эмоций и просто ошибочных взглядов на данную проблему.

В этой связи прежде всего необходимо подчеркнуть, что при условии успешного осуществления клонирования человека эта процедура не обеспечила бы продления индивидуальной жизни и не могла бы дать бессмертия. Родившийся в результате клонирования ребенок окажется самостоятельной личностью, а по отношению к тому человеку, который дал свою клетку для выделения ядра, он будет младшим близнецом, но близнецом, выросшим в утробе другой матери и воспитывавшимся в совершенно другой обстановке.

Президент США Дж. Буш мл. неоднократно выступал против клонирования и любых экспериментов с человеческими эмбрионами, требуя полного запрета на такие опыты еще до того, как они начнутся. В апреле 2002 года он произнес удачно найденные слова: «Наши дети - это дар, который надо любить и оберегать, а не изделия, которые проектируют и производят».

1 марта 2001 года вступил в силу Протокол, подписанный двадцатью девятью и ратифицированный семью государствами Европы, запрещающий «любое вмешательство, которое имело бы целью создание человеческого существа, генетически идентичного другому человеку - живому или мертвому».

Отрицательное отношение к клонированию человеческих существ основывается преимущественно на этических и религиозных представлениях, хотя и научный опыт дает веские аргументы против. Как было ска-

зано выше, редкие попытки при клонировании животных оказываются удачными; развитие клонов нередко идет с отклонениями от нормы. Технология клонирования млекопитающих еще далека от совершенства и не гарантирует с высокой степенью вероятности успешный результат. Уже одно это должно заставить отказаться от немедленных попыток клонировать человеческие существа.

Естественно, нашлись и «диссиденты», желающие идти наперекор общественному мнению и законодательным актам. Наиболее известны из них врачи Северино Антинори, работающий в Италии, и Панайотис Завос из Кентукки, США. Они неоднократно заявляли о своей подготовке к клонированию, переносе ядер соматических клеток в человеческие яйцеклетки и о беременности клонами их пациенток (роды должны были произойти в начале 2003 года). Конкретные детали этой деятельности держались в секрете, и потому невозможно понять, стоит ли что-либо реальное за их заявлениями или это чистой воды блеф. С объявлением о рождении клонированного человеческого существа Завоса и Антинори опередила основанная религиозными сектантами фирма «КлонЭйд», о чем мы скажем ниже.

Не все кажется однозначным в оценке клонирования человека как принципиально недопустимой и аморальной процедуры (если отвлечься от недоработок соответствующей техники). Так, П. Завос рассказал историю своих пациентов - 55-летнего Билла и 45-летней Кэти. Эта бесплодная американская пара страстно желала иметь собственного ребенка, но врачи, использовавшие технику «оплодотворения в пробирке», ничем не смогли им помочь. Доктор Завос якобы перенес ядро из клетки Кэти в ануклеированную яйцеклетку другой женщины и начавший развиваться зародыш поместил в матку суррогатной матери. Билл и Кэти ждут рождения своего желанного ребенка.

Иметь потомство - это, несомненно, одно из фундаментальных человеческих прав. Любое живое существо запрограммировано воспроизводить свои гены, то

есть оставлять потомство. Осознанно или, чаще, подсознательно к этому стремится и большинство людей. Вправе ли общество, государство, врачи отказывать в этом бездетным парам, если бы клонирование действительно было единственным способом произвести потомство?

Таким образом, несмотря на широкое осуждение клонирования, дискуссии о возможности его осуществления как последнего средства преодоления бесплодия, несомненно, будут продолжаться.

Проблема еще более усложняется в связи с попытками произвести так называемое терапевтическое клонирование, то есть получить с помощью пересадки ядер многоклеточные зародыши, которые не будут помещены в матку и тем самым не будут иметь никаких шансов на развитие в полноценный организм, а будут использованы для получения эмбриональных клеток и последующего их применения в терапевтических целях.

В ноябре 2001 года общественность была взволнована сообщением о первом успехе в получении человеческого эмбриона в результате пересадки ядра. Об этом объявила американская биотехнологическая компания АСТ («Продвинутые клеточные технологии»), известная достижениями в клонировании высших животных. Сотрудникам АСТ удалось клонировать отдельные особи крупного рогатого скота, в том числе получить животных с пересаженными чужими генами и клонировать представителя одного из исчезающих видов - быка гаура. Второе направление деятельности АСТ - так называемое терапевтическое клонирование человека. Представители АСТ заявляют, что они не собираются помещать искусственно полученные человеческие зародыши в матку женщины, что необходимо для рождения ребенка - клона. Ими разрабатывается технология получения в культуре (то есть в условиях *in vitro*) стволовых клеток - клеток, способных делиться и дифференцироваться в разные клеточные типы и стать материалом для «ремонта» пораженных органов. Среди последних в первую очередь называ-

ются поджелудочная железа, спинной и головной мозг, однако использование стволовых клеток может быть гораздо шире. Для их успешной приживляемости желательно, чтобы они происходили от того же организма, для «ремонта» которого эти клетки будут использованы. О первом успехе, точнее, первом шаге в направлении к решению этой задачи было объявлено в ноябре 2001 года. Ядро соматической человеческой клетки было перенесено в энуклеированную (лишенную собственного ядра) яйцеклетку, и яйцеклетка приступила к делению, образовав зародыш или клеточный клон из шести клеток. Это сообщение, сильно взволновавшее общественность, по сути говорит лишь о первой относительно успешной попытке пересадки человеческого ядра, но отнюдь не о получении стволовых клеток или клонировании людей. Чтобы исключить подозрения в намерениях клонировать человека, авторы (справедливо) настаивают на необходимости различать клонирование репродуктивное, чем они занимаются на животных, и терапевтическое, направленное на получение стволовых клеток, при котором получаемые клеточные клоны не будут переноситься в матку женщины.

По сообщениям прессы, правда, не подтвержденным серьезными научными публикациями, большие успехи в обсуждаемом направлении были достигнуты в Китае. Группа специалистов под руководством профессора Лю сначала использовала классическую технику - метод пересадки ядер соматических клеток в энуклеированные яйцеклетки. Однако таким образом удалось получить очень незначительное количество человеческих зародышей, доведенных до стадии бластоцисты, то есть до стадии двухсотклеточного зародыша, пригодного для получения стволовых клеток.

Техника была усовершенствована - ядро соматической клетки пересаживалось в яйцеклетку с собственным ядром, которое удалялось лишь через некоторое время. Хотя при этом были получены лучшие результаты, все-таки выход бластоцист был невысок -

5 % от числа прооперированных яйцеклеток. Кроме того, получаемые стволовые клетки не хотели делиться неограниченно долго и через непродолжительное время погибали.

В Китае подобные исследования законодательно не ограничиваются. Законными они являются и в Великобритании, где репродуктивное клонирование человека запрещено. В США в настоящее время запрещены как репродуктивное клонирование человека, так и исследования в области терапевтического клонирования.

Таким образом, независимо от законодательных ограничений успехи в так называемом терапевтическом клонировании очень скромны, этим методом получить стволовые клетки, пригодные для использования в медицине, пока никому не удалось. Тем более остается в качестве проектов выращивание из клеток зародышей отдельных человеческих органов, и совсем уже к области фантастики относятся планы получения «людей» без мозга, органы которых могли бы без особых угрызений совести использоваться для трансплантаций.

Однако совсем недавно, в апреле 2003 года, появилось сообщение, в котором говорится о том, что сама природа как будто «запретила» клонирование человека (Science, 2003, vol. 300, № 5617). Исследователи пытались обычной техникой переноса ядер соматических клеток клонировать обезьяну резус. Полученные при этом эмбрионы на совсем ранних стадиях развития выглядели нормальными, но затем прекратилось проявление их способности к дальнейшему развитию. Оказалось, что многие из их клеток содержат в своем ядре неправильное число хромосом. Детальное изучение этого явления показало отсутствие в клетках искусственно полученных зародышей двух белков, которые обеспечивают точное расхождение хромосом при клеточных делениях. Если так же дело обстоит и у других приматов (что кажется весьма вероятным), то путей решения задачи клонирования человека, не только репродуктивного, но и терапевтического, пока не видно.

Американский ученый Дж. Шаттен, проведший данное исследование, заявил: полученные им результаты показали, что «шарлатаны, объявляющие, что они клонировали человека, никогда толком не понимали биологию клетки и биологию развития».

ПАРТЕНОГЕНОЗ ИЛИ НЕПОРОЧНОЕ ЗАЧАТИЕ

Человек, как и большинство видов животных, размножается половым путем, то есть развитие зародыша начинается со слияния двух половых клеток - женской и мужской. Однако в животном мире существует и другой способ размножения. Среди насекомых широко распространен партеногенез - бесполое размножение, при котором новый организм развивается из неоплодотворенной яйцеклетки. У разных насекомых результаты развития неоплодотворенной яйцеклетки различны: у некоторых появляются только самцы (таково, например, происхождение пчелиных трутней), у других, наоборот, - самки (у тлей). Способность к партеногенетическому размножению обнаруживается и у некоторых позвоночных - рыб, земноводных, ящериц, даже у птиц: известны случаи появления потомства из неоплодотворенных яиц у индюшек.

У млекопитающих партеногенез не наблюдается никогда. В последние годы было установлено, что именно у этой группы животных существует специальный механизм, исключаящий партеногенез: для развития зародыша необходимо присутствие в яйцеклетке двух ядер, обязательно происходящих одно - от мужского организма, другое - от женского. В экспериментах на мышах, проводимых, в частности, в Институте общей генетики РАН в Москве, удавалось побудить неоплодотворенную яйцеклетку к развитию (рис. 3). Для этого неоплодотворенные яйцеклетки обрабатывают несколько минут семипроцентным спиртом, который стимулирует их к делению, а также специальным веществом, которое вызывает удвоение хромосом (в яйце-

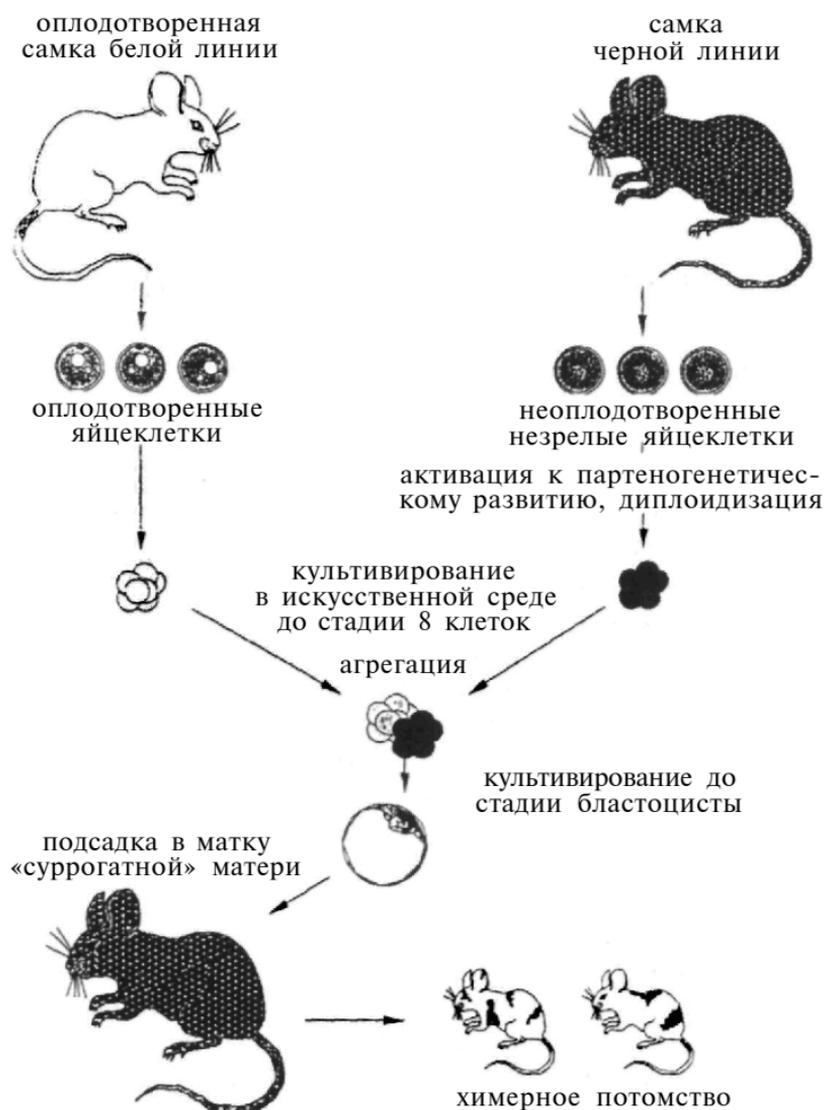


Рис. 3. Схема получения партеногенетических химерных мышей (Платонов Е.С., 2003).

клетке набор хромосом одиночный, в отличие от клеток зародыша и взрослого организма, в ядрах которых должно содержаться два набора хромосом). В результате описанных манипуляций начинаются клеточные де-

ления, формируется многоклеточный зародыш, но он, даже будучи пересажен в матку «приемной» или, как говорят, суррогатной матери, обязательно погибает. Воздействие на формирование зародыша некоторыми химическими веществами приводило к тому, что он жил и развивался дольше, чем без этих воздействий, но снять запрет, поставленный природой, не удается.

Если бы этот запрет удалось преодолеть или если бы он хоть изредка нарушался естественным путем, то какого бы пола был полученный в этом случае организм? Поскольку пол у млекопитающих определяется набором половых хромосом, причем у женского пола две X-хромосомы, а у мужского - одна X и одна Y, то, очевидно, что из неоплодотворенной яйцеклетки, в которой была только X-хромосома, а в результате стимуляции к партеногенетическому развитию она так или иначе удваивается, могла бы появиться только особь с набором хромосом XX, то есть женского пола. Y-хромосоме, необходимой для развития мужского пола, взяться в этом случае неоткуда.

Сказанное имеет отношение к признаваемому христианством непорочному зачатию. Католицизм, в отличие от православия, утверждает происхождение в результате непорочного зачатия не только Иисуса, но и Богоматери Марии. Хотя, повторим, случаев появления партеногенетического потомства у млекопитающих, в том числе и у человека, неизвестно, теоретически его нельзя полностью исключить, но в этом случае обязательно появлялось бы только женское потомство. Таким образом, непорочное происхождение Марии не противоречило бы фундаментальным закономерностям генетики, однако рождение в результате непорочного зачатия Иисуса не может иметь научного, биологического объяснения и должно рассматриваться только как чудо.

Мы говорим здесь о партеногенезе, поскольку его осуществление открывает определенные возможности для получения эмбриональных клеток, которые могут найти использование в медицине. Изящные опыты,

проводимые в Институте общей генетики РАН, наглядно демонстрируют, что хотя партеногенетический зародыш не имеет способности к дальнейшему развитию, но его клетки могут дифференцироваться и участвовать в построении взрослого организма. В опытах с мышами, проводимых Е.С. Платоновым и сотрудниками, микрохирургическим методом производилось слияние двух зародышей - нормального и партеногенетического. Эти зародыши происходили от линий мышей, различающихся своей окраской: одна белая, другая черная. В результате появлялись полноценные мышата-химеры, «составленные» из тканей разного происхождения, что наглядно видно по мозаичной, белой-черной окраске их шерстного покрова (см. рис. 3). Такие эксперименты показывают, что клетки партеногенетических зародышей могут быть использованы в качестве стволовых, могут пересаживаться в другой организм, где они будут дифференцироваться, то есть становиться клетками кожи, клетками мозга и т.п.

Использование тканей и органов зародышей в медицинских целях нередко вызывает осуждение, так как оно связано с умерщвлением потенциальной человеческой личности. Однако партеногенетические зародыши, образующиеся при стимулировании к делению неоплодотворенных яйцеклеток, не являются результатом оплодотворения и не могут развиваться во взрослый организм. Поэтому они не должны считаться потенциальными личностями и при их использовании в экспериментах, в медицинской практике не должны возникать возражения религиозного и этического аспектов. Разумеется, следует определить, насколько безвредны для женщины, которая была бы донором яйцеклеток, процедуры, связанные с их изъятием. Но это уже чисто медицинские проблемы, подобные тем, которые возникают (и решаются) при взятии у доноров крови или костного мозга.

ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИЛОЖЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ГЕНЕТИКИ К ЧЕЛОВЕКУ

Рассмотрим допустимость приложения современных генетических и цитоэмбриологических методик, так называемых репродуктивных технологий, к человеку с этической точки зрения. При этом, однако, очень трудно дать определенные ответы на встающие сейчас вопросы не только потому, что они новы и суть проблемы недостаточно осознана человечеством, но и потому, что более традиционные проблемы - противозачаточных средств, аборт, пересадки органов, эвтаназии - не получили однозначного и для всех приемлемого решения.

В обсуждаемом нами круге проблем одна является ключевой - с какого момента развития зародыша начинается человеческая личность, имеющая право на существование и неприкосновенность. С момента оплодотворения? Имплантации в матку? Развития нервной системы? Рождения? (табл. 1). От ответа зависит, в частности, и возможность экспериментирования на человеческих зародышах, возможность их использования в медицинских или каких-то иных целях, а также отношение к проблеме абортов. Такие вопросы биолог может лишь сформулировать, но не дать чисто научного ответа на них.

Различные религиозные конфессии по-своему смотрят на выделенные здесь проблемы (табл. 2, 3). В зарубежных странах и в меньшей степени в России общественное мнение формируется под сильным влиянием господствующей религии. Как можно видеть по представленным в таблицах материалам, служители основных мировых религий неоднозначно относятся к различным аспектам репродукции человека и возможного в нее вмешательства.

Таблица I

Основные события в пренатальном развитии человека
(по Н.П. Бочкову, 2002 г.)

Стадия	Время от оплодотворения	Длина эмбриона/плода
Преэмбриональная		
первое клеточное деление зигота попадает в полость матки	30 ч	-
имплантация	4 дня	-
образование двуслойного диска	5-6 дней	-
образование трехслойного диска	12 дней	0,2 мм
	19 дней	1 мм
Эмбриональная		
органогенез	4-8 нед	4 мм и более
формирование головного и спинного мозга, закладка конечностей, сердца	4 нед	4 мм
половая дифференцировка почти закончена	12 нед	9 см
Плодная		
ощущается движение плода	16-18 нед	20 см
плод жизнеспособен при специальном уходе	24-26 нед	35 см

Таблица 2
Отношение разных конфессий к проблемам репродукции человека (по У. Герман, 2000 г.)

Проблема	Католицизм	Иудаизм	Ислам
Искусственное зачатие	Запрещено.	Запрещено, если сперма получена путем мастурбации.	Допустимо, если используются половые клетки супругов.
Эксперименты на зародышах	Запрещены, т.к. эмбрион - одушевленная личность с момента зачатия.	Запрещены, т.к. зародыш становится человеческим существом в момент рождения.	Нет информации.
Аборты	Запрещены.	Допустимы.	- "-
Клонирование	Запрещено.	Запрещено, т.к. ребенок с одним родителем незаконен.	Запрещено, т.к. продолжение рода есть дело супругов.

К представленному в табл. 3 добавим, что православная церковь не дает вполне однозначного ответа на принципиально важный вопрос о том, с какого момента начинается человеческая личность. Св. Василий Великий утверждал: «У нас нет различения плода образовавшегося и еще необразованного. Дающие врачевство для извержения зачатого в утробе суть убийцы, равно и приемлющие детоубийственные отравы». Однако преп. Макарий Великий, блаж. Иероним, св. Кирилл Туровский и другие считали, что одушевление зародыша происходит не тотчас же по зачатию, но лишь спустя некоторое время. В «Православном исповедании» (1643 г.) говорится: «Душа дается от Бога в то время, когда тело образуется и соделается способным к восприятию оной».

Если не следовать религиозной точке зрения, а пытаться дать ответы на поставленные вопросы с позиций науки и этики, то надо отгаливкаться от ключевых положений, которые были уже сформулированы в гл. 1.

Отношение православной церкви к проблемам, связанным с репродуктивными технологиями (по «Основам социальной концепции Русской Православной Церкви», 2000 г.)

Проблема	
Искусственное зачатие	Искусственное оплодотворение половыми клетками мужа допустимо. Донорство спермы осуждается. «Суррогатное материнство» противостоит естественному и морально недопустимо. Уничтожение «избыточных» эмбрионов, обычно получаемых при экстракорпоральном оплодотворении, осуждается.
Эксперименты на зародышах	Недопустимо изъятие и использование тканей и органов зародышей для лечения заболеваний и «омоложения».
Аборты	Аборт - тяжкий грех; с момента зачатия посягательство на жизнь будущей личности преступно. При аборте, произведенном в случае, когда продолжение беременности угрожает жизни матери, от женщины требуется покаяние.
Клонирование	«Замысел клонирования является несомненным вызовом самой природе человека, заложенному в нем образу Божию, неотъемлемой частью которого являются свобода и уникальность личности». Если клонирование человека недопустимо, то клонирование изолированных клеток и тканей - возможно.

Рассмотрим в связи с этим недавно проведенные или ожидаемые эксперименты с человеческими клетками и зародышами.

Терапевтическое клонирование. В действительности, так называемое терапевтическое клонирование, если оно не сопровождается помещением способного к развитию зародыша в матку женщины, к собственно клонированию отношения не имеет. Речь идет о таких манипуляциях с соматическими клетками, которые приводят к их «омоложению» и дедифференци-

ровке. Получение таким образом стволовых клеток для использования в медицинских целях принципиально не отличается от использования кожи при ее пересадке с одной части тела на другую при лечении ожогов или пересадке костного мозга от одного человека другому. Употребление при этом термина «клонирование» только создает ажиотаж и вводит в заблуждение. Конечно, для «омоложения» соматической клетки используются ануклеированные (лишенные ядер) женские половые клетки. Но яйцеклетки женщиной производятся во множестве, и, не будучи оплодотворенными, они просто выбрасываются. Использование неоплодотворенных яйцеклеток в экспериментальных исследованиях или для решения какой-то медицинской задачи не должно встречать больших возражений, чем, например, использование человеческих волос для изготовления париков. Дальнейшее применение полученных стволовых клеток для «ремонта» того или иного пораженного органа - самостоятельная проблема, относящаяся исключительно к компетенции медицины. Только медики должны решить, насколько эффективной и безопасной будет трансплантация полученных в результате терапевтического клонирования стволовых клеток в органы пациента.

Репродуктивное клонирование. При возвращении полученного *in vitro* зародыша с генетическим материалом соматической клетки в матку женщины (искусственные матки пока не созданы, хотя их появления в ближайшие десятилетия нельзя исключить) создается возможность действительного получения клона, то есть одного или нескольких существ, копирующих физические и потенциально врожденные психические свойства донора генетического материала.

Опасности для генетического благополучия человечества (для человеческого генофонда) клонирование представить не может - эта технология никогда не заменит естественное воспроизводство и, оставаясь трудоемкой и дорогостоящей, не сможет ощутимо сократить разнообразие генотипов в человеческих популя-

циях. Естественно-научные возражения против клонирования заключаются в том, что технически процедура недостаточно отработана и поэтому возможно появление физически дефектных детей. Кто в таком случае несет за это ответственность? Кто будет содержать и воспитывать неполноценного ребенка? Сомнительность процедуры клонирования с психологической точки зрения состоит в том, что нарушаются естественные принципы уникальности личности и происхождения каждого человека от двух родителей. Можно опасаться, что в семье, обществе «клонированный» ребенок не будет чувствовать себя комфортно и его психическое развитие заведомо будет проходить с нарушениями.

Если в результате усовершенствования техники манипуляций с клетками и зародышами окажется, что полученные в результате клонирования организмы развиваются нормально, то, при приложении этой технологии к человеку необходимо рассматривать и оценивать мотивы для клонирования - есть ли это тщеславие, эгоизм, стремление к материальной выгоде или желание бесплодных родителей иметь детей, воспроизводящих их генотип. Можно представить и такую ситуацию, когда 50-летние родители, потерявшие сына или дочь, хотят воспроизвести своего ребенка (если соматические клетки были соответствующим образом законсервированы при жизни человека, они могут быть использованы для клонирования). На это, однако, высказывается кажущееся серьезным возражение, что ребенок должен быть дорог родителям как таковой, а не как память об умершем брате или сестре.

Рассмотрение мотивов для клонирования переводит проблему из этической или религиозной плоскости в юридическую: допустимость клонирования в каждом конкретном случае могла бы решаться так же, как и вопрос об усыновлении ребенка (разумеется, с возможностью непредвиденных или криминальных ситуаций и т.д.). Поскольку и научные, и этические, и юридические аспекты проблемы еще неясны, временное запрещение репродуктивного клонирования (на 5 лет - как

сделано в России) представляется сейчас наиболее правильным решением.

Получение партеногенетических зародышей человека с их последующим использованием для экспериментов или в медицине не должно вызывать сколь угодно обоснованных возражений. Напомним, что экспериментирование на нормальных зародышах или их умерщвление часто рассматривается как убийство человеческого существа. Однако по биологическим законам партеногенетический зародыш **не может** развиться во взрослый организм. В этом отношении он принципиально не отличается от, например, культуры клеток человека, выращиваемых вне организма. Как было сказано ранее, распространенное мнение христианской церкви состоит в том, что одушевление зародыша происходит в момент зачатия. Если придерживаться такой точки зрения, то следует признать, что, поскольку при образовании партеногенетического зародыша акта зачатия не было, такой зародыш не может иметь души и поэтому не может считаться потенциальной человеческой личностью.

Итак, достижения экспериментальной генетики и эмбриологии позволяют производить на высших организмах совершенно фантастические эксперименты. Многие из этих достижений могут быть применены и к человеку. Открывающиеся возможности должны достаточно широко обсуждаться, причем не только в среде специалистов. В каждом обществе должны сложиться, если не консенсус, то, во всяком случае, определенное мнение большинства о приемлемости или недопустимости тех или иных генетических манипуляций (как, например, сложилось определенное отношение к аборт и к эвтаназии). Разумеется, общественность должна быть достаточно хорошо информирована о сути новых достижений науки, о получаемых результатах и о возможных негативных последствиях. Принимаемые законодательные акты должны учитывать как научную информацию, так и мнение, сложившееся или складывающееся в обществе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мефистофель

- ...Скажите, что же
У вас творится?

Вагнер

- Человек.

Мефистофель

- Где ж парочка? Плохое ложе
У вас здесь для любовных нег.

Вагнер

- Избави Бог! Так прежде было,
А нынче для того нашли мы путь другой.
...Мысль великая всегда
Сначала кажется нелепостью ужасной,
Но опыт уяснит все понемногу нам,
И скоро мозг, который мыслит ясно,
Мыслителя создаст по плану сам.

Приведенный отрывок - наиболее знаменитое описание процесса создания искусственного человека, гомункула, которое дал в «Фаусте» В. Гёте.

Рецепты получения искусственных человечков можно найти в старинных трактатах; название «гомункулус» придумал средневековый врач и алхимик Парацельс.

По стопам Вагнера пошли члены религиозной секты Раэлитов (удивительно, что в XXI веке, говоря о научных проблемах, приходится вести речь и о бредовых фантазиях сектантов). Упомянутая секта утверждает, что человек появился в результате клонирования,

произведенного на Земле пришельцами из Космоса, эта истина была открыта основателю секты, французу Раэлю при его непосредственном общении с инопланетянами еще в 1973 году. Соответственно, наиболее подходящим способом воспроизведения человеческого рода оказывается именно клонирование.

Секта, очевидно располагающая немалыми денежными средствами, содержит биотехнологическую компанию «Клонейд», которая и приступила к экспериментам по клонированию человека. Утверждается, что существует очередь из 2000 желающих клонироваться людей, готовых заплатить по 200 000 долларов за процедуру собственного воспроизводства. На Рождество в декабре 2002 года было объявлено, что на свет появилась первая девочка-клон, ее рождению именно 24 декабря помогли акушеры, произведшие кесарево сечение вынашивавшей плод 31-летней американке. Разумеется, момент рождения Евы (так была названа девочка) был выбран не случайно, а с целью произвести наибольшее впечатление на публику.

Вся эта история подробно излагалась в средствах массовой информации, разжигая общественный интерес и подогревая дискуссию о допустимости или недопустимости клонирования человека.

Насколько рассказываемая история достоверна? Вероятнее всего, девочка действительно родилась. Вероятно также, что давший ей начало эмбрион был «из пробирки» перенесен во чрево биологической или «приемной» матери. Был ли этот зародыш получен техникой пересадки ядра в энуклеированную яйцеклетку, какая клетка была донором ядра, - об этом судить сейчас невозможно. Только анализ ДНК в независимых лабораториях мог бы подтвердить клоновое происхождение Евы.

Сомнительно, чтобы авторы сенсации представили такую, не вызывающую сомнения информацию (к середине 2003 года было заявлено о рождении еще нескольких младенцев-клонов, однако доказательств их клонового происхождения так и не было представлено). Существование огромного количества богатых лю-

дей, желающих клонироваться, наводит на мысль об очередной афере - о чем-то вроде знакомой россиянам «Властелины». Разэль утверждает, что клонирование в дальнейшем окажется путем к индивидуальному бессмертию - в полученный клон можно будет, не опасаясь отторжения, пересаживать мозг донора, обеспечивая таким образом сохранение личности, а не только ее физической оболочки.

В заключение приведем еще несколько строф поучительного диалога Вагнера и Мефистофеля.

Вагнер

- Но чур - не говорить и даже не дышать!
Сейчас чудесное должны мы увидеть.

Мефистофель

- Чудесное! Скажите, что же
У вас творится?

Вагнер

- Человек...
... Но для рождения людей
Есть путь иной: он чистотой своей
Один быть назван может благородным.
Блестит! Смотрите! Вот когда
Материя в собранье разнородном
Усилиям долголетнего труда,
Смешавшись, даст осуществленье;
Ибо единственно путем смешенья
Мы человеческого добудем вещества.
В реторту втиснувши такую смесь сперва,
Ее выпаривать мы будем осторожно,
А после перегоним смесь, -
И вот вам путь наш новый весь,
С удачей нас поздравить можно!
Теперь доступна испытанью
Сама душа природы всей!
Что прежде органически слагалось,
Теперь кристаллизуется у нас.

Мефистофель

- Чудного много мне под час
По свету белому встречалось,

И в жизни я не раз видал своей
Кристаллизованных людей.

Вагнер

- Стекло звенит, - приятен, звонок
Отрадный гул, на лад дела идут.
Уже могу я видеть, как ребенок
Шевелится и двигается тут.
Чего желать еще осталось свету?
Как божий день, все очевидно это!
Прибавьте только к звуку слух,
Он станет говорить и мыслить станет вдруг.

(*В. Гёте. Фауст* /Пер. Н. Голованова.
М.: Изд. С.С. Мокшина, 1898)

Оглавление

Предисловие.....	5
Глава первая Что такое генетика? Что такое этика?	7
Глава вторая Евгеника	14
Глава третья Генетически желаемые дети	21
Глава четвертая Первые генетически модифицированные дети и возможности геной инженерии	24
Глава пятая Клонирование животных	33
Глава шестая Клонирование человека - репродуктивное и терапевтическое	40
Глава седьмая Партеногенез или непорочное зачатие	47
Глава восьмая Этические проблемы приложения современных достижений генетики к человеку	51
Заключение.....	58

Научно-популярное издание

Захаров Илья Артемьевич

ГенЭтика или Рожать нельзя клонировать

Редактор *Ф.Х. Сагалаева*

Художественный редактор *С.А. Сизикова*

Оператор электронной верстки *С.А. Сизикова*

ЛР № 020909 от 01.09.99. Подписано в печать 29.10. 03.

Формат 84×108/32. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл.-печ. 3,2 л. Уч.-изд. 3,3 л. Тираж 2000 экз.

Заказ № 358

Издательство СО РАН

630090 Новосибирск, Морской проспект, 2



Захаров Илья Артемьевич

Профессор, доктор биологических наук, член-корреспондент Российской академии наук, заслуженный деятель науки Российской Федерации.

Окончил биолого-почвенный факультет Ленинградского государственного университета. В настоящее время заведует лабораторией сравнительной генетики животных в Институте общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН (г. Москва), преподает в Московском государственном университете, выступает с лекциями в вузах других городов России.

Опубликовал около 200 печатных работ (в том числе 11 книг) по генетике микроорганизмов, мутагенезу, генетике животных и человека, истории науки. Лауреат премий им. Д.К. Заболотного АН Украины (1990) и им. проф. В.С. Кирпичникова ВОГИС (2000 г.).