

Содержание

<i>Предисловие. Слом эпохи</i>	7
1. Современный Прометей	23
2. Сам создай себе ребенка.....	37
3. Биохакеры	58
4. Генетическая гонка.....	72
5. Буря в стакане йогурта.....	88
6. Невоспитанный горох.....	101
7. Генная терапия среди золотых пагод.....	113
8. Панацея.....	128
9. Аватары.....	140
10. Гигантский клубок.....	152
11. Гороскоп нового времени.....	162
12. Вы в это не верили	180
<i>Послесловие. Вы страдаете от веснушек?</i>	194
<i>Примечания</i>	199
<i>Благодарности</i>	241

Предисловие. Слом эпохи

10 апреля 1815 г. на острове Сумбава в Индонезии проснулся вулкан Тамбора¹. Гора извергала лаву, в небо поднимался огромный столб пепла, дождем падали куски вулканической пемзы величиной с гандбольный мяч, все вокруг неумолимо разрушалось.

За всю историю человечества это было самое мощное извержение вулкана, унесшее жизни порядка 10 000 человек: по силе оно во много раз превосходило разрушительное землетрясение в Помпеях в 79 г. н. э.

Огромное облако густого черного пепла поднялось в атмосферу, и ветер постепенно разнес пыль и диоксид серы по всему миру. В течение нескольких лет небо оставалось темным. Частицы не пропускали солнечный свет, средняя температура на планете снизилась на полградуса. Климат «обезумел»: в Нью-Йорке в июне ударили морозы, муссонные дожди уничтожили все посевы в Индии, из-за сгнившего после заморозков урожая на полях от Ирландии до Индонезии значительная часть населения Земли голодала. В Европе 1816-й стал «годом без лета» и ознаменовался чрезвычайными холодами и небывалыми грозами.

Тем бурным летом в шале у Женевского озера юная девушка сочинила книгу, которая стала одним из самых

известных литературных произведений и породила принципиально новый жанр. Молодым гением была аристократка Мэри Уолстонкрафт Годвин, дочь английских философов и писателей Мэри Уолстонкрафт и Уильяма Годвина. Она проводила лето в компании со своим будущим супругом, поэтом Перси Шелли, а также сводной сестрой Кларой Крэрмонт и ее любовником лордом Байроном. Поскольку погода не располагала к лодочным прогулкам, молодые люди развлекались, рассказывая друг другу истории о привидениях².

В то мрачное и суровое лето Мэри Годвин написала первую версию «Франкенштейна»³, романа о молодом амбициозном ученом, которому удастся создать живое существо из частей трупов. Ее вдохновило недавнее открытие — способность электрического тока приводить в движение мышцы мертвых животных. Исследователи, демонстрировавшие подергивание лягушачьих лапок под воздействием электрических разрядов, были желанными гостями при дворах Европы и в аристократических салонах. Несколькими годами ранее появилась первая аккумуляторная батарея. Наступила эпоха перемен — время, сродни нынешнему: вследствие научного прогресса мир стремительно менялся⁴.

История дерзкого и любопытного ученого, который благодаря знаниям получает власть над миром и преобразовывает его, увлекательна и отлично иллюстрирует ситуацию, в которой человечество находится сейчас. Тот, кто читал мою вышедшую в 2016 г. книгу *Mammutens återkomst* («Возвращение мамонта»), заметит аналогию. Там говорилось о возможностях генетики воссоздавать вымерших животных, и в описанных исследованиях в пробирку помещались гены мамонта. В данной книге я буду более подробно говорить об экспериментах с человеческими генами. Как генетика может изменить людей и их качества? Какие фантастические перспективы открывает перед людьми наука? Или она угро-

жает нам как виду и современные генетические исследования создадут исключительно монстров?

Проработав более десяти лет в научной журналистике, я убедилась, что наука способна весьма быстро развиваться. Уже сейчас мы можем преобразовывать ключевые элементы как в самих себе, так и в любом из существующих в мире животных и растений. У нас уже есть инструментарий и для изменения собственного генома, и для создания совершенно новых существ.

Готовя выпуски новостей о достижениях науки, я часто сталкиваюсь с тем, что люди вне моей профессии по-прежнему считают, что генетика и генетические модификации относятся к далекому будущему, что с генетически модифицированными людьми столкнется разве что поколение внуков, и то вряд ли. Представления о генетике размыты, и подавляющее большинство воспринимает ее как научную фантастику. В действительности же многие из самых грандиозных мечтаний и самых страшных опасений с научной точки зрения уже реальны или, как минимум, к этому близки. Однако, кроме ученых, об этом, похоже, не знает никто. Публичное пространство по-прежнему закрыто для диалога о возможностях и рисках генетики, несмотря на то что новые технологии в этой области, вне сомнений, скоро изменят наше общество во множестве аспектов.

В этой книге я расскажу о развитии данной отрасли науки и о потенциальных последствиях этого процесса — попытаюсь спрогнозировать результат происходящего сейчас. Для этого я встречалась с теми, кто находится на переднем фронте генетической науки. Помимо ученых, я беседовала с пациентами, общественными деятелями и родителями, которые хотят изменить гены своих детей. Я посещала коммерческие клиники, предлагающие пациентам генную терапию. Я видела подопытных животных, подвергшихся различным видам генетической модификации.

Для того чтобы глубже понять происходящее, я в течение месяца разъезжала на скоростных поездах по городам Китая, который уже близок к тому, чтобы занять место мирового лидера в области генных технологий. В Пекине я встречалась с учеными, которым удалось изменить геном человеческого эмбриона; в прекрасном Ханчжоу — с онкологическими больными и с врачами, пытающимися с помощью генетики победить рак; в Куньмине, городе вечной весны на юго-западе страны, я посетила питомник генетически модифицированных обезьян и побывала на многих других объектах. Во время поездки я собственными глазами увидела, как Китай накачивает научную мускулатуру в стремлении обогнать США и Европу. Космическую гонку между Штатами и Советами сменила научная или генетическая гонка. Помимо Китая, я посетила также Японию, Южную Корею и Гонконг, где встречалась с учеными и знакомилась с работой клиник.

Однако хотя научные достижения стран азиатского региона, и прежде всего Китая, все более впечатляют, исследования ведутся не только там. Я побывала в нью-йоркской лаборатории биохакеров — участников неофициального движения, цель которого — распространить генетику среди широких масс населения. Я обсуждала с бостонскими активистами вопрос о том, кто должен иметь доступ к новым дорогостоящим лекарствам, производимым с помощью генных технологий, и присутствовала на научных конференциях, посвященных этой теме. Я побывала на удивительной ферме в пригороде Чикаго, где разводят совершенно особых генетически модифицированных свиней. Таким образом, данная книга является репортажем, попытку рассказать о том, что происходит с нашим миром в настоящий момент. Мне представляется, что сейчас мы находимся в эпицентре преобразований, но не знаем, куда идем и каким будет наш путь. Так же, как герой «Франкенштейна», мы стоим перед выбором: что делать с обретенным могуществом и полученными знаниями?

Книга «Франкенштейн», подобно любой научной фантастике, стремится максимально развить мысль: что будет, если ученому удастся самостоятельно создать новую жизнь? Если человек получит власть Бога? Ведь научное открытие — это всего лишь завязка, а главное происходит потом: Виктор Франкенштейн видит результат эксперимента, до смерти пугается и убегает. Новорожденное существо остается одно, бессловесное, растерянное. Очевидно, что изначально это создание не злое — оно больше похоже на невинного ребенка, к убийству его подталкивают именно действия Виктора. В этом сюжете пойман дух времени: каково жить в мире, где земля качается под ногами, а все прежние истины требуют пересмотра?

Существуют тысячи толкований романа, но для меня при первом прочтении самым сильным чувством стало сожаление о том, что колоссальное научное открытие оказалось ненужным и обернулось трагедией. И разочарование: ведь знания Виктора не сделали мир лучше. Прогресс превратился в катастрофу. Несмотря на эгоизм и самодовольство главного героя, я невольно идентифицировала себя с ним. Шведская поговорка не велит играть с огнем, англичане говорят: «Любопытство сгубило кошку», — но на месте исследователя я бы тоже не удержалась от эксперимента. Трудно не симпатизировать человеку, который бросает вызов богам, предлагая человечеству новые знания, невзирая на последствия.

На протяжении двух столетий история ученого-сумасброда Виктора Франкенштейна формировала наши представления о том, что произойдет, если человек попытается управлять природой. В последние годы этот сюжет связан преимущественно с генными технологиями и стремлением исследователей перепрограммировать код, скрытый в наших клетках, тот самый код, который, по сути, дирижирует нашей жизнью. Генетически модифицированные пищевые культуры получили название «франкенфуд», первую клонированную

овцу сравнивали с чудовищем из романа, а образ безответственного экспериментатора появляется всякий раз, когда общественность полагает, что наука зашла «слишком далеко» или стала «неестественной». Имя «Франкенштейн» стало паролем, его понимает даже тот, кто не читал книгу, не видел ни одного фильма и никогда не надевал соответствующий костюм на Хеллоуин.

Однако в другом произведении искусства, которое тоже повлияло на наше отношение к новой науке и ее безграничным возможностям, прозвучал искренний клич: «Смело идите туда, куда еще не ступала нога человека». Именно этот девиз вдохновлял космических путешественников из популярного телесериала «Звездный путь» (Star Trek), первая серия которого вышла на экраны в 1966 г.⁵, после чего мы почти полвека следили за судьбой космического корабля и его команды. Действие сериала происходит в высокоразвитом утопическом обществе, в котором научный прогресс и технологии обеспечили всем безбедную жизнь и усовершенствовали самого человека. В результате людям удалось искоренить многие из давних проблем: голод, болезни и бедность. Общество избавилось от прежних проявлений варварства — расизма и сексизма. В этом сериале показали один из первых телевизионных поцелуев между афроамериканкой и белым⁶. «Звездный путь» пронизан послевоенным оптимизмом, когда главными угрозами человечеству считались тоталитаризм и милитаризм, а не наука, «зашедшая слишком далеко». Фильм полон открытой позитивной веры в будущее.

Разумеется, «Звездный путь» — не первое произведение, посвященное тому, как человечество с помощью знаний достигает новых вершин. И помимо «Франкенштейна», есть сотни других книг о гордыне и падении.

Упоминание классической научной фантастики в книге о передовых научно-естественных исследованиях может

показаться несколько неуместным, но все мы охотно верим в сказки, хорошо это или плохо. Удивительные приключения, о которых люди снова и снова рассказывают друг другу, по сути и составляют основу нашего видения будущего. Именно эти представления определяют границы новых научных открытий. Это оптика, помогающая нам понять мир.

Проблема не в том, что и «Звездный путь», и «Франкенштейн» принадлежат жанру научной фантастики, а в том, что они оба отражают истину. Наше отношение к науке развивается по двум основным векторам: с одной стороны, нам кажется, что прогресс идет слишком быстро и может иметь роковые последствия; с другой стороны, мы надеемся, что наука избавит нас от страданий и варварства. Тревога и надежда определяют выбор экспериментов и отношение общества к их результатам⁷.

Новые знания и технологии фундаментально изменили и усовершенствовали нашу реальность. Западные страны живут в мире, где человек, как никогда ранее, богат, здоров и защищен⁸. В таких условиях вполне возможно построить космический корабль «Энтерпрайз». Почти все то хорошее, что каждый день происходит с нами: мы просыпаемся не на соломе, нас не кусают клопы, нам не холодно, на завтрак мы пьем пастеризованное молоко или добавляем в йогурт свежий банан, поздним ноябрьским вечером возвращается домой по освещенной дороге — почти все это есть плоды исследований и развития техники. Но вместе с тем мы живем в мире, где появились новые трудноразрешимые проблемы. Мы обладаем всеми необходимыми знаниями для того, чтобы никому не приходилось голодать, и одновременно этот же технический прогресс становится причиной изменений климата, загрязнения окружающей среды ядовитыми веществами и вымирания множества видов. И мы сами виноваты в том, что сейчас люди чаще умирают из-за плохого городского воздуха, чем от диабета

или СПИДа⁹. Мы построили мир, который несравнимо лучше прежнего, но созданное нами отворачивается от нас и постоянно порождает новые трудности.

Между двумя сюжетами нет противоречия: нам не надо выбирать один из двух. Вызов в том, чтобы одновременно держать в голове оба. Несгибаемый, прочный оптимизм — и глубокий страх, иногда обоснованный, а иногда беспричинный. В настоящее время точкой пересечения этих двух сюжетов становится генетика — именно здесь им нужно сплестись в один, чтобы мы смогли ориентироваться в будущем. Ведь генетика, так же как предыдущие научные прорывы, например изобретение электричества или расщепление атома, может способствовать фундаментальному переустройству — в лучшую или худшую сторону. Мы должны найти путь, который откроет для нас новые возможности и устранил риск. Эта книга описывает как опасности, которыми чревата генетика, так и ее колоссальный потенциал. Читателю предстоит захватывающее приключение — ведь даже я, отлично осведомленная о достижениях этой науки, однажды была чрезвычайно удивлена ею.

В ноябре 2018-го у меня уже был план этой книги: я знала, какие вопросы и в каком порядке затрону. Я имела представление о том, как будет развиваться генетика и в ближайшем будущем, и в более далекой перспективе. Если коротко: новые технологии генетической модификации клеток произведут революцию в терапии огромного числа болезней, но речь будет идти лишь об изменении отдельных клеток во взрослых организмах — об улучшении зрения, устранении раковой опухоли, возвращении функции поврежденного внутреннего органа и пр. Однако пройдет много времени, прежде чем родится первый генетически модифицированный ребенок. Когда же это случится, процесс будет развиваться под жестким контролем профессионального научного сообщества. Так полагали практически все ученые.

Но жизнь всегда преподносит сюрпризы. 26 ноября 2018 г. китайский ученый Хэ Цзянькуй вдребезги разбил все эти теории, сообщив в YouTube, что ему удалось воздействовать на один ген в двух эмбрионах, которые потом были помещены в матку и выжили. Родились первые генетически модифицированные люди.

«Я понимаю, что моя работа спорна. Но я уверен, что семьям нужна эта технология, и готов к критике», — признавался в видео Хэ. Чтобы защитить от ВИЧ-инфекции двух девочек-близнецов (которых в СМИ называют Лулу и Нана), он отредактировал их ДНК¹⁰. На следующий день исследователь раскрыл подробности эксперимента на конференции в Гонконге, куда прибыли разгневанные ученые и репортеры ведущих информационных каналов мира. Поднимаясь на сцену, 34-летний Хэ Цзянькуй явно нервничал, но едва он заговорил, стало очевидно: молодой ученый абсолютно уверен в правильности собственных действий. Последние годы все генетики мира боялись этого момента до дрожи. Эксперимент Хэ Цзянькуя вызвал мощнейшую реакцию, хотя все прекрасно понимали, что открытую недавно революционную технологию CRISPR можно использовать для изменения генов взрослых людей и будущих детей.

В предыдущей книге я писала о попытках применения генетических технологий для возрождения вымерших животных и о возможных последствиях этого¹¹. Речь шла о сибирской тундре, домашних мини-носорогах, клонированных собаках и генетически модифицированных кораллах. Но о нашем теле я тогда сознательно не говорила. Эта тема казалась слишком большой, неприятной. И одновременно неизбежной. Мы используем генетические технологии для изменения всего, что нас окружает: модифицируем еду, топливо, домашних животных, одежду, дикую природу — и рано или поздно великая революция коснется

и нас самих. Во мне прочно поселилась мысль об отдельной книге, посвященной этим вопросам. А научные достижения последнего времени заставили меня сесть за стол.

Прежде чем мы обратимся к успехам и собственно принципам генетических технологий, я прошу вас запомнить два имени: Луиза Браун и Джесси Гелсингер.

Луиза Браун появилась на свет в результате кесарева сечения в июле 1978 г., ее рождение вызвало сенсацию¹². Британская девочка стала первым человеком, появившимся на свет благодаря экстракорпоральному оплодотворению. Ее родители много лет безуспешно пытались завести ребенка; у матери были проблемы с фаллопиевыми трубами. Группа исследователей решила взять яйцеклетки и сперматозоиды по отдельности, произвести оплодотворение, получить эмбрион и поместить его в матку, чтобы далее он развивался, как обычно. Подобный метод уже использовался, в частности, при разведении коров. Команду возглавлял Роберт Эдвардс, изучавший фертильность человека с 1960-х. Ему удалось соединить сперматозоид и яйцеклетку в лабораторных условиях. Ученый работал вместе с гинекологом Патриком Стептоу и акушеркой и эмбриологом Джин Перди, которая первой увидела, как начали делиться и расти клетки, впоследствии ставшие Луизой¹³.

На протяжении ряда лет эти трое тщетно пытались разработать метод искусственного оплодотворения, встречая стойкое сопротивление. Были трудности с финансированием, исследования неоднократно закрывались. Статья в британском издании *Nova* (1972) описывала искусственное оплодотворение как «самую большую угрозу после атомной бомбы» и призывала общественность запретить разработки. Идея рождения детей таким способом воспринималась как противонаучная и аморальная¹⁴.

Но случай Луизы недолго оставался уникальным. Менее чем два месяца спустя в Индии еще одна девочка появилась

на свет с помощью несколько иного метода искусственного оплодотворения, изобретенного индийскими учеными. А родившаяся через четыре года сестра Луизы была уже сороковым ребенком из пробирки. В 2010-м Роберт Эдвардс получил Нобелевскую премию по медицине. На тот момент он был единственным живым из трех первопроходцев. Сейчас число детей, родившихся в мире благодаря искусственному оплодотворению, различным вспомогательным репродуктивным технологиям, ЭКО и другим методам, составляет более 8 млн¹⁵. Соппротивление практически сломлено, и теперь, если пара не может или не хочет завести ребенка иным способом и выбирает подобную процедуру, это чаще всего не воспринимается как нечто спорное. Луизе Браун уже сорок, она живет в Англии, и у нее двое собственных детей.

Через три года после Луизы по другую сторону Атлантики родился Джесси Гелсингер¹⁶. Никаких фанфар — лишь обеспокоенные родители и врачи. У Джесси обнаружилось генетическое заболевание: его организм не умел обезвреживать побочный продукт распада белка. Мальчик мог впасть в кому, откусив кусочек гамбургера или колбасы.

В большинстве случаев больные с диагнозом дефицит орнитинтранскарбамилазы (OTCD) умирают рано, до пятилетнего возраста доживает один из 80 000. Но у Джесси была относительно легкая форма заболевания, и с помощью лекарств и жесткой диеты он справился. В 1999-м 19-летний Джесси услышал о новых исследованиях с целью получить лекарство против его заболевания. И он согласился на добровольное участие в эксперименте.

Ученый Джеймс Уилсон, руководитель проекта, был пионером в относительно новой области, названной «геновая терапия». Смысл его работы состоял в исправлении поврежденного генома посредством внедрения в клетки организма новых исправно работающих генов. Примерно за два года до этого Уилсон и его коллеги сумели помочь женщине

с генетическим дефектом печени, и большинство экспертов полагало, что генная терапия станет революцией в медицине. Государственные дотации и деньги эпохи доткома придавали процессу дополнительное ускорение, и в 1999-м реализовывалось до сотни программ, предполагавших проведение экспериментов на людях. Вероятно, Джесси Гелсингер был полон надежд и оптимизма, когда 13 сентября ему сделали первый укол. Но спустя четыре дня он умер. Инъекция вызвала гиперреакцию организма. Для доставки в клетки новых генов ученые использовали вирус-носитель, из-за которого иммунная система полностью вышла из строя. Тело набухло, печень перестала работать, поднялась температура, больной впал в кому, и спасти его не удалось.

После смерти Джесси исследовательскую программу прервали, а в отношении Джеймса Уилсона и его коллег началось расследование. Почему подобное могло произойти? Выяснилось, что ученые допустили ряд ошибок. Джеймсу Уилсону на пять лет запретили эксперименты с участием людей. Однако реакция организма Джесси в первую очередь объяснялась такими факторами, как случайность, недостаток знаний и неудачное стечение обстоятельств. Позднее, когда ученые уже располагали более обширными данными, стало очевидно, что подобную реакцию можно было предусмотреть. В целом же разные люди реагировали на терапию по-разному, но и у других участников программы наблюдались серьезные побочные эффекты, а подопытные животные умирали.

Известно, что наша иммунная система иногда очень сильно реагирует на вирусы того типа, который использовался учеными. Смерть Джесси не просто остановила данную исследовательскую программу — на практике вместе с Джесси умерла вся генная терапия. Трагедия уничтожила интерес к теме и лишила исследователей финансовой поддержки, а случай Джесси стал примером того, чем заканчиваются попытки ученых «зайти слишком далеко».

Для восстановления программ потребовалось более десятилетия. В настоящее время генная терапия переживает ренессанс, и эксперты снова заговорили о том, что эта дисциплина изменит облик медицины. Сегодня для доставки в клетку генетического материала либо используются другие вирусы, либо применяются принципиально иные методы, позволяющие избежать гиперреакции иммунной системы. Новый этап развития генной терапии обусловлен появлением технологий, которые позволили создать первых генетически модифицированных людей.

История знает массу примеров, когда ученые совершали фантастические открытия, за которые их осуждали современники. Достаточно вспомнить Игнаца Земмельвейса¹⁷. Этот австрийский врач-акушер обнаружил, что для роженицы риск умереть от занесенной инфекции значительно снижается, если доктор просто моет руки. На сегодняшний день это воспринимается как нечто само собой разумеющееся, но в 1847-м, когда Земмельвейс опубликовал результаты своих наблюдений, разгорелся скандал. Как он посмел предположить, что у благородного господина, коим всегда был врач, грязные руки и он обязан мыть их перед операцией? Как какой-нибудь шахтер?! А ведь в те времена врач мог запросто прийти на роды напрямик из морга, даже не протерев платком руки после осмотра покойника.

Одной из проблем было то, что Игнац не мог объяснить, почему мытье рук помогает; на тот момент никто не знал о существовании заразных бактерий. Ему удалось сократить смертность в своем родильном доме, но другие врачи его примеру не последовали. В конце концов из-за того, что никто не прислушивался к его идеям, у Земмельвейса развилась депрессия. Его принудительно поместили в психиатрическую клинику, где он вскоре умер. Медики его больницы прекратили мыть руки, по-прежнему считая затею безумной, несмотря на то что смертность снова возросла.

Других исследователей осудила история, а не современники. Таким примером может служить эксперимент, проведенный в период с 1945 по 1955 г. в психиатрической клинике «Випехольм» в Лунде. Тогда исследователи, которые изучали связь между кариесом и употреблением сладкого, усиленно кормили пациентов конфетами. За два года зубы многих больных оказались полностью испорчены⁸.

Эксперименты с участием Луизы и Джесси также оставляют некоторые вопросы и неясности. Участникам действительно предоставляли полную информацию, чтобы они могли принять верное решение? Исход этих двух случаев оказался диаметрально противоположным: один принес успех и Нобелевскую премию, второй завершился трагедией. Я считаю, что, думая о том, как генетика может изменить мир, мы обязаны помнить и о первом, и о втором. Мы не знаем заранее, кто станет героем, а кто породит чудовище.

Стремительное развитие генетики в последние годы заставляет нас беспрерывно делать выбор и искать ответы на новые вопросы. Кто должен решать, какие клетки и какие организмы следует редактировать? Кто определяет приоритетные заболелания; кто должен давать родителям с серьезными диагнозами санкцию на генетическую модификацию будущего ребенка? Такие решения должно принимать государство или физические лица? Если так, то какие именно государства и какие конкретно лица?

Это книга-репортаж о том, как сама суть человека попала в пробирку и стала частью гигантского эксперимента, результаты которого пока не ясны. Мы сможем лечить болезни и избегать боли, невольно создавая при этом новые проблемы. Нынешнее фантастическое развитие генетики поражает и открывает новые перспективы, но попытки рассуждать о его результатах превращает нас в гризли, который, расположившись на речных порогах, пытается поймать лосося. От проплывающего серебра рябит в глазах, и, так же как медведь

не может уследить за отдельными рыбами, мы не можем выделять отдельные новости в их бурном потоке. И все же ряд штрихов позволяет нам увеличить масштаб картины.

Все указывает на то, что генетика прочно войдет в нашу жизнь и ее преобразует. Генетика будет спасать от смерти и облегчать боль. При этом она породит новые экзистенциальные и этические проблемы, заставив нас задуматься над тем, кто мы такие и что может считаться человеком. Она проникнет не только в высокие сферы, но и в банальный быт, изменив в нем мелочи, на которые мы едва обращаем внимание. Удивительно, не правда ли?

P. S. Для тех, кому, как и мне, интересны подробности и конкретные факты, в конце книги приводится список использованных источников и литературы. В данной книге отражены далеко не все детали процесса, а рекомендуемые тексты позволят читателям глубже погрузиться в тему.

1. Современный Прометей

Ноябрь 2018-го, научная конференция в Гонконге. Хэ Цзянькуй явно нервничает, поднимаясь на сцену. Публика взволнованно шумит. Ведущий только что попросил слушателей «не перебивать докладчика» и «помнить, что мы собрались здесь, собственно, чтобы услышать то, что он скажет», — весьма необычный призыв для собрания ученых.

Ведущий, выдающийся генетик, объясняет, что, когда несколько месяцев назад Хэ Цзянькуй подавал заявку на участие в конференции, организаторы не знали, о чем он будет говорить. Хэ Цзянькуй явно горд собственными достижениями, это заметно всем присутствующим¹.

«Если бы речь шла о моих детях и я сам находился бы в такой же ситуации, я бы тоже попробовал», — отвечает он на один из вопросов после доклада.

*

В 2018 г. в канун Хеллоуина, спустя 200 лет после публикации романа «Франкенштейн», Тринити-колледж в Ирландии устраивает читку романа. Примерно в то же время, когда в стенах старого университета звучит текст Мэри Шелли, рождаются девочки-близнецы Лулу и Нана, первые генети-

чески модифицированные люди на земле². Ученые работали с геномом человеческих эмбрионов и ранее, но в данном случае конкретный ген впервые подвергся сознательному редактированию.

Хэ Цзянькуй взял у пары, которая хотела иметь детей, яйцеклетки и сперматозоиды и провел обычное оплодотворение в пробирке. Но до того, как оплодотворенная яйцеклетка начала делиться, ученый с помощью генетических ножниц CRISPR-Cas9 отредактировал один конкретный ген.

Этот ген называется CCR5 и отвечает за крайне малую часть иммунной защиты. Небольшие изменения, мутации генов иногда свойственны любому геному, и новый мутировавший вариант ребенок наследует от родителей. В результате разные люди получают разные варианты генов в зависимости от того, что им случайно досталось от отца и матери. Чаще всего подобные мелкие мутации особой роли не играют и ген работает исправно. Иногда мутация вызывает проблему и болезнь. А в редких случаях она может обусловить позитивные изменения.

У некоторых людей мутация гена CCR5 действует как защита против ВИЧ. Такой вариант довольно распространен в Европе — примерно 10% общего числа европейцев получили нужный вариант гена от кого-либо из родителей. Но чтобы защита работала, нужно унаследовать ген и от матери, и от отца, а процент таких случаев весьма невелик³.

Поскольку люди начали заражаться ВИЧ только в XX веке, мутация CCR5, предположительно, оберегает не только от этого вируса. По ряду гипотез, именно она в ходе истории защищала человека от других болезней, к примеру бубонной чумы или оспы. При этом ряд исследований позволяет допустить, что носители этой мутации подвергаются большему риску заболеть некоторыми другими болезнями, такими как лихорадка Западного Нила или грипп. То есть мутация снижает риск заразиться ВИЧ, но в остальном ученые по-прежнему

не имеют точного и полного представления о ее влиянии на организм.

Генетической модификацией животных человек занимается уже около двух десятилетий, однако почти все исследователи единодушно считали, что вторгаться в человеческий эмбрион, который должен стать ребенком, нельзя. Для того чтобы понять революционное значение именно этой генетической технологии, необходимо осознать основополагающий принцип: клетки различны.

*

Тело человека состоит из более чем 37 триллионов клеток: от специальных рецепторов в глазах, улавливающих свет, и до мускулов прямой кишки, отвечающих за то, чтобы съеденная нами пища оказывалась там, где следует⁴. В данном случае применения генетических технологий важно разделение на два вида клеток — соматические и эмбриональные.

Почти все клетки соматические. Слово происходит от греческого σώμα, что означает «тело». Это наши собственные клетки, наши дети не унаследуют клетки нашего носа или сердца. Это означает, что при использовании генетических технологий для лечения опухоли, слепоты или болезней печени рискует только сам пациент. Такой риск может быть велик, и он должен сопоставляться с риском от заболевания, которое мы пытаемся вылечить. Так погиб Джесси Гелсингер, это был трагический, но частный случай.

Серьезные экзистенциальные вопросы возникают, когда человек намерен, как Хэ Цзянькуй, изменить половые клетки (яйцеклетку и сперматозоид) или эмбриональные клетки, то есть самые первые клетки, образующиеся после того, как яйцеклетка приняла сперматозоид и начала делиться. Тут скрыты большие возможности для вмешательства и изменения генома. Человека можно избавить от страшного наслед-

ственного заболевания или, скажем, гарантировать снижение риска инфаркта или болезни Альцгеймера. Но изменение эмбриональных клеток имеет два серьезных следствия. Во-первых, генетическое изменение коснется всех клеток того организма, который вырастет из эмбриона. Изменение, внесенное Хэ Цзянькуем, Лулу и Нана пронесут через всю жизнь — от рождения, через подростковый возраст, зрелость и климакс к старости.

Кроме того, отредактированные гены будут переданы следующему поколению. Генетически модифицированная девочка, которая вырастет и станет бабушкой, может передать измененный ген внукам, а те в свою очередь — своим внукам. Здесь скрыты одновременно возможность и риск для будущего всего человечества. Именно поэтому, когда Хэ Цзянькуй сообщил о рождении девочек, шумела публика и щелкали фотокамеры.

*

Хэ Цзянькуй связался с организацией, занимавшейся поддержкой ВИЧ-инфицированных в Китае, и попросил найти пару, которая хочет завести детей, при этом отец должен быть ВИЧ-инфицирован, а мать нет. Цель эксперимента состояла в том, чтобы обеспечить ребенку защиту от случайного заражения от отца на протяжении жизни и избавить от дискриминации и стигматизации, которым часто подвергаются ВИЧ-инфицированные в Китае. Именно поэтому ученый намеренно искал отца, который сам пережил опыт дискриминации из-за своего диагноза. Для того чтобы ребенок не получил болезнь от отца, обычно сперму очищают, убирают вирусы. Так поступил и Хэ Цзянькуй.

Первоначально на эксперимент решились три пары, но позднее одна из них отказалась от участия⁵. Родители могли выбирать между модифицированным эмбрионом,

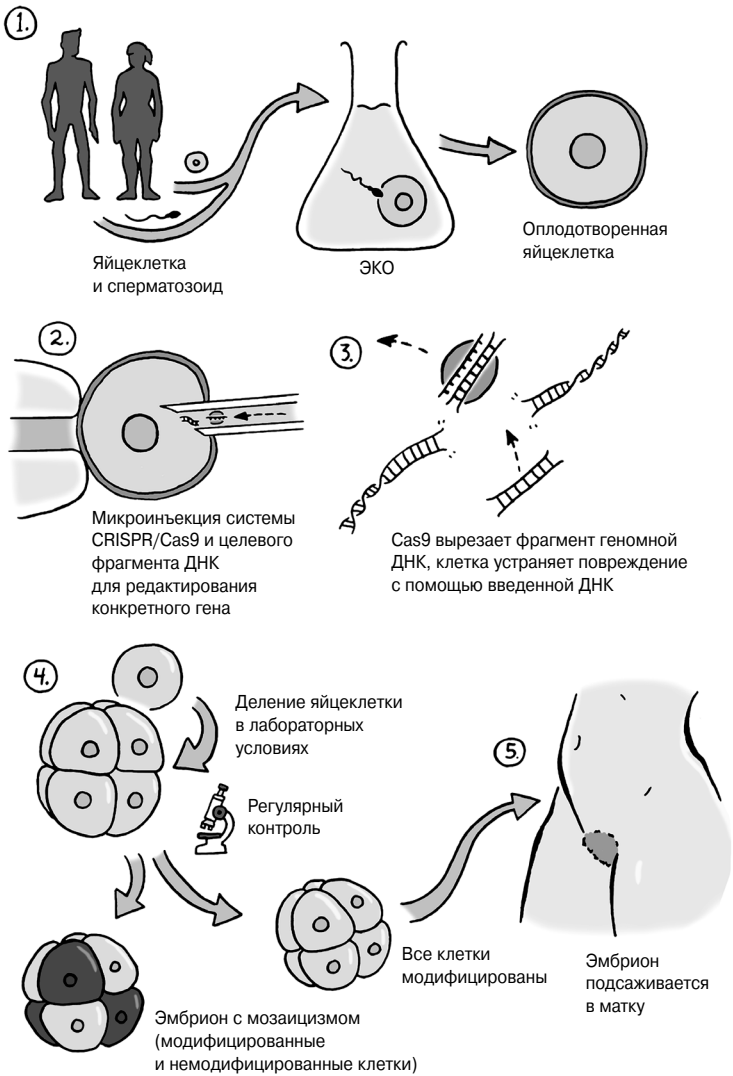
в котором Хэ Цзянькуй попытается отредактировать ген CCR5, и обычным эмбрионом. Обе пары предпочли модификацию. На момент доклада Хэ Цзянькуя еще одна женщина была беременна генетически модифицированным ребенком, который, предположительно, родился в 2019 г. К вопросу, почему судьба этого ребенка остается неизвестной, я еще вернусь.

Когда Хэ Цзянькуй продемонстрировал результаты своей работы, стало очевидно, что строго тот вариант CCR5, который, как считается, защищает от ВИЧ, ему получить не удалось. Вместо этого он создал новые мутации, которые могли иметь или не иметь такой же эффект. У одной из девочек все прошло в целом так, как планировалось, и все ее клетки получили новый вариант гена.

У второй девочки произошло то, с чем часто сталкиваются ученые при генетической модификации животных: изменились не все клетки. Возможно, это случилось потому, что на момент модификации клетки уже начали делиться. Это означает, что тело девочки сейчас представляет собой мозаику из модифицированных и немодифицированных клеток. Неизвестно, защитит ли это ее от ВИЧ и даст ли какие-либо иные эффекты⁶. Хэ Цзянькуя критиковали за то, что он не прервал работу, когда понял, что мутация отличается от изученного варианта и не все клетки изменились.

Кроме того, есть опасения, что CRISPR-ножницы одновременно сработали также в других местах и внесли в организмы девочек и другие изменения. Обнаружить мелкие изменения генома чрезвычайно сложно. Хэ Цзянькуй утверждает, что искал подобные нецеленаправленные изменения, но ничего не нашел, хотя полной уверенности здесь быть не может.

На данный момент нет никаких международных законов, которые запрещали бы ученым или государствам осуществлять генетическую модификацию плода. Конвенция о защите прав и достоинства человека в связи с применением достижений биологии и медицины, принятая в Овьедо (Испания)



Генетическая модификация эмбриона должна проводиться до того, как оплодотворенная яйцеклетка начнет делиться. Ученые вводят в клетку CRISPR-Cas9, и система CRISPR-Cas9 удаляет или редактирует фрагменты генома. Когда яйцеклетка начинает делиться, все клетки изменены, однако иногда происходит ошибка, и эмбрион получает смесь измененных и неизмененных клеток.

в 1997 г. и подписанная более чем 30 странами⁷, ограничивает искусственную модификацию генома человека. При этом некоторые страны, в их числе Великобритания, отказались от подписания конвенции по причине слишком жестких ограничений — в то время как Германия не подписала документ, посчитав, что он дает слишком большую свободу действий.

Таким образом, существуют различные точки зрения на генетическую модификацию, и отношение к вопросу определяется законодательством каждой конкретной страны. Тем не менее в 2015 г. группа ведущих генетиков мира предложила своего рода джентльменское соглашение. Ученые договорились проводить генетическую модификацию эмбрионов только в исследовательских целях, для лучшего понимания особенностей заболеваний и эмбрионального развития. Иными словами, генетическая модификация возможна только для тех эмбрионов, которые не станут детьми. Исследователи пришли к выводу, что все попытки генетически модифицировать детей безответственны, поскольку еще не решены все проблемы с обеспечением безопасности, не получено широкое социальное одобрение подобных экспериментов и процесс не может развиваться открыто с участием всего научного сообщества. Поставленные цели были несколько идеализированными, но здравыми. На данном этапе никакого вмешательства⁸!

Справедливости ради следует отметить, что основные направления деятельности определялись на встрече ученых в конце 2015-го в некоторой спешке. Генетика была еще очень молодой. Конечно, все с самого начала поняли, что появился новый научный инструментарий, который может применяться и для работы с человеческими эмбрионами, но большинство экспертов полагали, что на практике для этого потребуется время. Причиной отчасти служило законодательство, а отчасти — что тоже немаловажно — тот факт, что наука развивается скачкообразно.

Однако на сей раз все произошло молниеносно. Незамедлительно после публикации первых материалов о действии генетических ножниц CRISPR в 2012 г. китайские ученые приступили к экспериментам с генетической модификацией человеческих эмбрионов. Первая научная статья, в которой говорилось о принципиальной возможности генетической модификации, появилась весной 2015 г.⁹ В ней рассказывалось о попытках китайских ученых редактировать ген, вариант которого вызывает талассемию — наследственное заболевание крови, распространенное в Юго-Восточной Азии и Средиземноморском регионе. Результаты эксперимента впечатлили и вызвали обеспокоенность, вследствие чего в том же году и была проведена встреча, на которой определились основные направления деятельности. Число опубликованных после этого научных статей о модифицированных человеческих эмбрионах весьма невелико. Но спустя некоторое время ряд стран, в числе которых США, Великобритания и Швеция, в научных целях и для понимания проблематики начинают проводить опыты с редактированием эмбрионов методом CRISPR. Главные результаты приходят, впрочем, из Китая, где с помощью усовершенствованной технологии удастся решить некоторые проблемы, но по-прежнему чисто научного характера: детей еще нет. Пока еще нет.

*

Пекинский Запретный город окружен хутунами. Это огромная территория, застроенная одноэтажными домами с маленькими дворами, сложной системой входов и узкими улочками. Некоторые части квартала появились еще в XIV веке, и, несмотря на многочисленные реконструкции и социальные перемены, жизнь в центральных хутунах по-прежнему бьет ключом. Люди сидят за столами, играя в игры, или курят, стоя у калиток и краем глаза наблюдая за бегающими детьми.

Здесь на узких улочках города, которому 3000 лет, кажется, что время не движется. Я приехала сюда узнать о последних достижениях китайских ученых-генетиков.

Если пойти через пестрые хутуны на восток от Запретного города, то через полчаса окажешься у нового торгового центра, расположенного на границе со старыми кварталами. Он похож на только что приземлившийся космический корабль, созданный богатыми инопланетянами с высоко развитым чувством прекрасного. Огромные овальной формы ульи из белого бетона и черного стекла соединены плавными переходами с подсвеченными фонтанами и скульптурами. Внутри множество магазинов, семьи делают покупки. Это новый Китай, страна, которая внушает европейцу чувство, будто он нежданно-негаданно переместился в будущее. В местном Starbucks меня ждет Тан Личунь, один из первых ученых, кому удалось модифицировать человеческий эмбрион в лаборатории.

«Мы приступили к проекту очень рано, еще в 2014 году. Поначалу было много проблем, с эмбрионами попросту ничего не получалось. Но мы пытались снова и снова и в конце концов добились результата. Это было невероятно интересно», — широко улыбаясь, говорит Тан Личунь в ответ на мою просьбу рассказать об эксперименте¹⁰.

Технические проблемы не позволили Тан Личуню и его коллегам стать первыми, кто доказал возможность генетической модификации человеческого эмбриона с помощью новой технологии. Но они первыми продемонстрировали, что технология применима к здоровому эмбриону — такому, который может развиваться в ребенка, хотя за развитием скопления (клубка) клеток Тан Личунь наблюдал всего пару дней.

Готовя материалы о новых эпохальных исследованиях, я чаще всего беру интервью у профессоров и научных руководителей, находящихся на вершине иерархии, — и редко беседую с теми, кто сидит за столом в лаборатории с чашкой

Петри и пробиркой. Поэтому мне особенно интересно поговорить с Тан Личунем, который лично проводил эксперименты с эмбрионами, работая над своей докторской диссертацией. Когда я спрашиваю, в каких конкретно разделах исследования он принимал участие, он отвечает: «Во всех». И хотя работа прошла успешно, он уверен, что потребуется длительное время, чтобы генетическая модификация эмбриона стала безопасным способом избежать болезней.

«Возможно, технология найдет клиническое применение, но не сейчас», — утверждает Тан Личунь и рассказывает о технических проблемах и нехватке данных. Но он верит, что это будет важный инструмент исследований эмбриона. Поле для открытий здесь остается огромным.

Я интересуюсь, что, по его мнению, должен чувствовать обычный человек, услышав о генетических ножницах CRISPR, и Тан Личунь, в отличие от профессоров, пренебрежительно отмахивавшихся от этого вопроса, долго думает и наконец отвечает: «Эта технология действительно позволяет нам надеяться на избавление от болезней, которые раньше считались неизлечимыми. Она дарит людям надежду, но мы должны понимать, что ждать придется долго».

«Технология CRISPR не будет применяться клинически, пока она не усовершенствуется до степени, при которой мы сможем устранять все нежелательные эффекты», — говорит он.

*

Эта оговорка — технология должна стать более совершенной, прежде чем мы сможем считать ее надежной, — само собой разумеющееся условие. Большинство ученых мира едины во мнении, что до этой стадии мы пока не дошли. И тем не менее Хэ Цзянькуй пытается убедить участников конференции в верности своего решения:

«Вы поймете, если ваши родные или друзья больны. Они нуждаются в помощи. Миллионы семей с наследственными или инфекционными заболеваниями смогут воспользоваться технологией, которая им поможет», — утверждает Хэ Цзянькуй. Ученый надеется на то, что вслед за Нана и Лулу на свет появятся и другие генетически модифицированные дети.

«Я горжусь, я чрезвычайно горжусь именно этим случаем, — продолжает он. — Отец утратил надежду на жизнь, а сейчас у него есть здоровые дети и он чувствует в себе силы, чтобы заботиться о семье. И поскольку вакцины не существует, я искренне верю, что это необходимо миллионам детей, рожденных от ВИЧ-инфицированных родителей». Но далеко не все ученые считают, что начинать следовало именно с этого заболевания, что именно эта ситуация достаточно серьезна и в эксперименте действительно была острая медицинская необходимость. Для защиты детей ВИЧ-инфицированных родителей существуют другие способы.

После презентации Хэ Цзянькуй еще почти час отвечал на вопросы участников гонконгской конференции. Реакция присутствовавших в зале исследователей в принципе совпала с мнением всего научного сообщества и выразалась в практически всеобщем осуждении.

Хэ Цзянькуй не просто перешел научные границы — он сделал это тайно. Он не сообщил о своей работе университету и не запросил разрешение на эксперимент, так, во всяком случае, утверждают китайские власти. В феврале 2018 г. он ушел со службы, чтобы работать самостоятельно в рамках собственного предприятия. Результаты не были опубликованы ни в одном научном журнале и не проверялись другими исследователями. Китайские власти поместили эксперимент и всех, кто принимал в нем участие, за железный занавес. Замминистра Китая по науке и технологиям Сюй Нанпин, узнав об эксперименте, охарактеризовал его как

«шокирующий, предосудительный и находящийся за границами того, что может считаться этически приемлемым».

Хэ Цзянькуй после конференции исчез, какое-то время о нем ничего не было слышно, но в канун нового 2019 г. власти Китая сообщили, что ученый приговорен к трем годам тюремного заключения и штрафу в размере 3 млн юаней*. Двое из его сотрудников также были наказаны, но не так сурово. Есть подозрения, что в подготовке эксперимента принимали участие и американские ученые, в США ведется расследование¹¹.

Несмотря на приговор, многое в связи с экспериментом Хэ Цзянькуя остается неизвестным, и на начало 2020 г., когда я пишу эту книгу, мы по-прежнему ничего не знаем ни о судьбе двух девочек, ни о том, родился ли, как предполагалось, третий генетически модифицированный ребенок. Несколько журналистов ищут ответы на вопросы, что на самом деле произошло, из каких источников финансировалось исследование и какие уроки извлекло из случившегося научное сообщество. Ситуация сильно осложнена нежеланием Китая общаться с журналистами.

С другой стороны, пример Хэ Цзянькуя вдохновил ученых. На проведение подобных экспериментов запросил разрешение молекулярный биолог Денис Ребриков из крупнейшей российской клиники «Центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика Кулакова». Он намерен отредактировать тот же ген, с которым работал Хэ Цзянькуй, пусть даже попытка последнего оказалась не вполне удачной, а также протестировать еще один ген, вызывающий глухоту¹². И хотя пока это единственный специалист, который намерен пойти по стопам коллеги, скоро к нему наверняка присоединятся и другие.

* Около \$465 000. — *Прим. ред.*

Со всей вероятностью в тот момент, когда вы будете это читать, генетически модифицированные младенцы уже будут готовы появиться на свет, открыто или тайно — неважно.

Складывается впечатление, что Хэ Цзянькуй поторопился, чтобы оказаться первым. Уже сейчас эксперимент можно было бы провести более безопасным способом. Хэ Цзянькуй утверждает, что он, как и практически все другие исследователи, против использования генетических манипуляций для «улучшения» человека. Эти методы должны применяться исключительно с целью «лечения болезней». Но вопрос в том, где проводить границу. Вполне можно сказать, что двух девочек «улучшили», поскольку главной целью эксперимента была защита, а не излечение.

«Мы хотим начать с простой и хорошо изученной болезни — с тем чтобы в будущем перейти к более сложным заболеваниям, для устранения которых необходимы не одно, а несколько генетических изменений», — в очередной раз повторяет Хэ Цзянькуй, отвечая на вопрос, почему эксперимент был проведен именно сейчас, а выбор пал именно на это заболевание и этих родителей.

Среди критиков Хэ Цзянькуя есть большая группа ученых, которые считают эксперимент «неверным шагом на верном пути» и надеются, что масштабное появление генетически модифицированных детей скоро станет реальностью. Многие ученые уверены в необходимости развивать именно такие технологии для лечения заболеваний, которые невозможно излечить никакими иными способами, — и считают, что исследования нужно продолжить независимо от того, правильно или нет поступили первооткрыватели. Выступивший тогда на конференции генетик Джордж Дейли сказал: «Мы как биологический вид должны обладать гибкостью, которая позволит нам справиться с будущими угрозами и взять под контроль нашу наследственность»¹³.

Технология CRISPR дала нам совершенно новый набор инструментов для редактирования генов, но проблема в наличии достаточно подробной инструкции для работы с генами. Несмотря на риск и ненадежность метода, есть родители, мечтающие изменить своих будущих детей, и есть клиники, которые готовы зарабатывать деньги на новых технологиях.