

Дина Эмера

ЖЕНЩИНА*

ж.р., ед.ч.

* взрослая
особь
женского
пола



ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ВЗГЛЯД
НА ТО, КАК И ПОЧЕМУ
ПОЯВИЛАСЬ ЖЕНСКАЯ
ФОРМА

Дина Эмера
Женщина. Эволюционный
ВЗГЛЯД на то, как и почему
появилась женская форма
Серия «Женская территория»

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=70370260

*Женщина. Эволюционный взгляд на то, как и почему появилась
женская форма: КоЛибри, Азбука-Аттикус; Москва; 2024
ISBN 978-5-389-25050-5*

Аннотация

Зачем женщинам месячные и почему они так болезненны? Почему беременность – самое, возможно, чудесное событие в организме – связана с бесчисленным множеством потенциальных осложнений, от высокого кровяного давления и диабета до преждевременных родов и послеродовой депрессии? И как менопауза, наступающая внезапно и без предупреждения, влияет на женское тело?

Эволюционный генетик и педагог доктор Дина Эмера провела большую часть своей жизни за изучением эволюции женской репродуктивной системы. И эта книга, основанная на ее обширных профессиональных знаниях, опыте матери четверых детей и любви к преподаванию, позволяет нам заглянуть в наше

эволюционное прошлое и проливает свет на то, как и, что более важно, почему женское тело трансформировалось в течение миллионов лет, став таким, каким мы его знаем.

В формате PDF A4 сохранён издательский дизайн.

Содержание

От автора	7
Введение	10
Глава 1	37
Конец ознакомительного фрагмента.	54



Дина Эмера Женщина. Эволюционный взгляд на то, как и почему появилась женская форма

Посвящается Самиру, Александру, Нилу и Лене

Dr. Deena Emera

A Brief History of the Female Body

An Evolutionary Look at How and Why the Female Form
Came to Be

Впервые опубликовано в США в 2023 г. издательством
Source Books

© Deena Emera, 2023

© Мясникова Е.А., перевод на русский язык, 2023

© Издание на русском языке. ООО «Издательская Группа

«Азбука-Аттикус», 2024

КоЛибри[®]

От автора

Идея книги пришла ко мне в довольно интересный период. Финальный год обучения в Йельском университете – а изучала я эволюцию беременности – совпал с моим собственным приключением длиною в девять месяцев – *моей* первой беременностью. Когда меня тошнило по утрам, когда я думала о гестационном диабете¹ или преждевременных родах, как любая женщина, ожидающая первенца, я качалась на бесконечных волнах физических и эмоциональных изменений и в голове были тысячи вопросов. Но я училась на биолога и могла ответить на эти вопросы. В процессе исследования я постоянно ловила себя на мысли: «Другим это тоже может пригодиться. Нужно написать книгу».

С тех мимолетных мыслей прошло больше десяти лет. Я получила докторскую степень в эволюционной биологии, прошла постдокторантуру по генетике в Йельской школе медицины, сейчас я научный сотрудник в Центре изучения репродуктивного долголетия и равенства в институте Бака... и была беременна еще трижды! Я восхищаюсь процессом развития животных, мне невероятно интересна женская биология – изучение эволюции беременности, менструации и менопаузы. Все эти темы интересуют меня в равной степени:

¹ Диабет, который развивается только во время беременности. – *Прим. пер.*

они раскрывают силы и механизмы, которые двигали эволюцию, и углубляют мои знания о работе собственного тела.

Эта книга для тех, кто хочет лучше разбираться в физиологии женского тела. Но это не энциклопедия и не учебник. Я просто выбрала несколько тем, которые интересны и близки мне, – включая беременность, менструацию, функционирование молочных желез, оргазм и менопаузу. Мы обсудим, как эти функции развивались и как они работают у женщин сейчас. Но главное, мы поймем, *почему* они появились. Для ответа на этот вопрос мы вернемся в прошлое. Большинство биологических процессов современный человек унаследовал от предков, и, в зависимости от функции, предок мог жить 15 000, 3 миллиона, 100 миллионов (и даже больше) лет назад. Чтобы понять, как устроено тело современной женщины, нужно обратиться к этим предкам. Я объясню с точки зрения эволюции, зачем нам нужны менструация и менопауза – процессы, вызывающие множество вопросов и огорчений. А что-то более понятное – например беременность или вскармливание – раскрою с таких неожиданных сторон, что хватит на отличную историю.

Надеюсь рассказать обо всем как можно более понятно и интересно. В самом начале карьеры я успела поработать учителем биологии в старшей школе. Уже там я осознала, насколько профессиональный язык биологов мешает ученикам понять основы. Даже я, ученый со специальным образованием, порой мучаюсь при чтении статьи, если она на-

прямую не относится к сфере моих исследований. Везде, где возможно, я буду избегать этот тайный язык, а если без него никак – постараюсь объяснить. Во введении я познакомлю вас с языком, терминами и теоретической базой – все это станет основой для понимания остальной книги. Сперва может показаться, что эволюционную логику невозможно уловить, но на самом деле это увлекательный и интуитивно понятный процесс, в котором точно стоит разобраться.

Как я уже говорила, идея книги появилась в необычный для меня период. Но и сам процесс ее создания много лет спустя выпал на еще один крайне необычный период – пандемию COVID-19. Три года, которые ушли на разработку, написание и редактирование этой книги, были сложными для всего человечества. Пандемия принесла болезни и смерть, накалила нервы до предела, негативно повлияла на работу и семейную жизнь, заставила нас жить в изоляции друг от друга. Создание этой книги было для меня побегом от изоляции, оно напоминало мне о нерушимых связях между всем живым на Земле. И я благодарна возможности связаться с вами через эти записи.

Введение

Формирование женской биологии

Особенности женской биологии часто приводят меня в замешательство. В подростковом возрасте я негодовала по поводу менструаций – почему каждый месяц я должна терпеть боль, неудобства и перепады настроения? Пока вынашивала детей, меня угнетали мысли о возможных осложнениях: все эти выкидыши, высокое кровяное давление, диабет, преждевременные роды, послеродовая депрессия. Теперь, когда мне за сорок и я приближаюсь к окончанию репродуктивного возраста, я одновременно озадачена и возмущена последствиями менопаузы. Почему я должна терять способность к зачатию и испытывать на себе все побочные эффекты менопаузы, когда мой муж вступает в очередную фазу своей жизни красиво и без особых потерь?

Будучи биологом, посвятившим много лет изучению эволюции женской репродуктивной системы, я нашла ответы на вопросы, которые женщины часто задают о своем теле. Цель этой книги – поделиться своими знаниями и дать вам ответы в том числе и на ваши вопросы. А задача этого введения – дать набор инструментов, который поможет понять следующие главы.

Обсуждая эволюцию женской биологии, мы обязательно

коснемся известной всем темы естественного отбора, но раскрывать загадки женского тела будем через менее известные эволюционные процессы. Типичная картина эволюции, которую нам преподают в школах и показывают по телевизору, — это кровавая схватка в джунглях между хищником и добычей. А сама эволюция — результат столкновения между животным и природой. Но реальность такова, что многие конфликты, с которыми сталкивались наши предки, были завязаны на их отношениях *друг с другом*. Такие конфликты интересов — а возникают они между мужчинами и женщинами, между братьями и сестрами и даже между матерью и ребенком — являются важной движущей силой в эволюции женской биологии.

Многие из нас идеализируют отношения между матерью и ребенком, полагая, что они априори гармоничны и формируются на основе общих интересов. Мы готовы отдать своим детям все и даже больше, ведь если хорошо им, хорошо и нам. Если же мать отдает предпочтение собственным интересам, ее начинает мучить чувство вины. Да, отношения между матерью и ребенком развивались и строились на основе сотрудничества, но также они формируются благодаря конфликтам интересов, которые возникают, когда ребенок еще в утробе, продолжают после рождения и могут распространяться даже на взрослую жизнь. Эволюционно ребенок мотивирован взять от матери гораздо больше, чем ей следовало бы отдавать. Ребенок пытается получить макси-

мум, а мать пытается удерживать свои позиции. Это похоже на проблему современности, но по факту она уходит далеко вглубь веков – на миллионы лет. Величайшие эволюционные конфликты сформировали женский ежемесячный цикл, повлияли на осложнения во время беременности, на отношения с детьми и, возможно, даже на менопаузу.

У наших предков в том числе был конфликт по поводу того, заниматься ли сексом и, если да, как часто? Многие женские особи из родственных нам приматов регулярно подвергаются изнасилованиям и сексуальному запугиванию, у некоторых видов агрессивное поведение самцов проявляется в убийстве детенышей от других самцов с целью получить к самке сексуальный доступ. У людей же напряжение в отношениях между полами со временем уменьшилось, и склонность к насилию у мужчин является скорее исключением, чем правилом.

Женская история – это не только конфликты. Смягчая межличностные контакты, самцы и самки человека создали величайшие отношения в истории, построенные на сотрудничестве и оставившие неизгладимый след на нашей анатомии, физиологии и поведении. Когда отцы и другие члены семьи начали участвовать во вскармливании и воспитании потомства, древние люди ввели сотрудничество в семейную жизнь. Все эти совместные действия не просто сохранились до наших дней, они могли повлиять на другие аспекты нашей биологии – например на то, как мы стареем, – об этом

вы узнаете позже, когда дойдем до темы долголетия и менопаузы.

Один из ключевых посылов этой книги в том, что многие нюансы нашей биологии можно объяснить эволюцией семейных отношений, построенных на сотрудничестве и противоборстве.

Эволюция: школьная версия

Прежде чем обсуждать частности — женскую биологию, нужно построить основу. И начнем мы с дарвиновской теории естественного отбора, куда входят понятия и эволюционного конфликта, и эволюционного сотрудничества. После окончания колледжа я несколько лет проработала учителем биологии в старших классах. Чтобы проиллюстрировать, как работает адаптация в условиях естественного отбора, я использовала самые наглядные и убедительные примеры: различные формы клювов галапагосских вьюрков², изменение цвета крыльев пядениц³ во время промышленной революции и повышение толерантности к лактозе у людей после одомашнивания молочного скота.

Вот классический пример с пяденицами. В Манчестере и других частях Англии в начале 1800-х годов крылья этих бабочек были светлыми с небольшими темными пятнами.

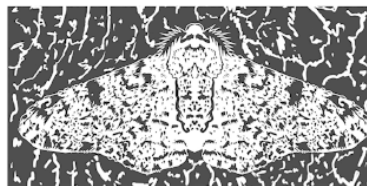
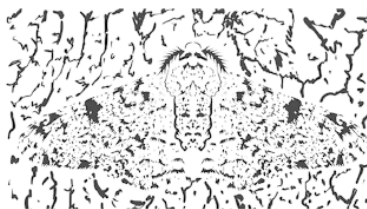
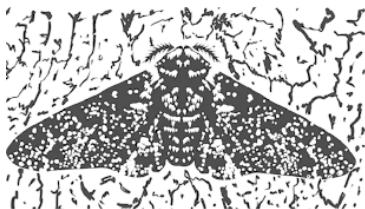
² Вид певчих птиц из семейства вьюрковых. — *Прим. пер.*

³ Бабочка из одноименного семейства. — *Прим. пер.*

Такая цветовая комбинация – удачная маскировка на фоне светлых стволов деревьев, которая мешала птицам охотиться на пядениц, отдыхающих на стволах в течение дня. Но уже в XIX веке из-за промышленной революции фабрики стали настолько загрязнять воздух, что деревья почернели от сажи. Пока деревья темнели, в окрасе крыльев бабочек начались изменения: большинство особей были светлыми, но некоторые были темными, а потомство перенимало цвет своих родителей. Такой вид наследственной вариативности – необходимая адаптация при естественном отборе. Теперь мы знаем, что отчасти она появилась из-за постоянных мутаций, возникающих в ДНК. Я слышу себя, двадцатилетнюю учительницу, ревностно подчеркивающую случайность таких мутаций. Я бы сказала своим ученикам, что эволюция не может идти умышленно. Мутации не могут предугадывать, что сработает, а что нет, но те, что улучшают репродуктивную способность, естественным образом увеличиваются. В данном случае камуфляж темных пядениц в загрязненной среде работал лучше, чем у светлых, их реже съедали птицы и, соответственно, они оставляли больше потомства, передавая ген темных крыльев следующим поколениям. Между 1850 и 1900 годами темные бабочки почти полностью заменили светлых.

Рассказывая ученикам о пяденицах, я подчеркивала, насколько сильно среда влияет на естественный отбор. Бабочки столкнулись с очевидным препятствием – хищными пти-

цами. Данный пример делает акцент именно на хищниках как движущей силе естественного отбора. Но есть множество других примеров, связанных, в частности, с доступностью ресурсов: знаменитые дарвиновские выюнки, которые питались различной едой на разных Галапагосских островах. Хорошо изученный случай в 1970-х годах описывает ситуацию, когда на одном из островов из-за засухи поменялась разновидность доступной пищи. Выюнкам с более крупными клювами было проще питаться большими и твердыми семенами, поэтому размер клюва у выюнок на этом острове увеличился со временем.



Светлые (справа) и темные (слева) пяденицы

Эволюция: расширенная версия

Такая упрощенная версия эволюции легко укладывается в двухнедельный блок по предмету в старшей школе, но в реальности эволюция большинства биологических черт редко имеет настолько прямую зависимость, как в случае с крыльями бабочек. Не каждая часть тела или черта поведения – это очевидная адаптация, вызванная естественным отбором.

Во-первых, некоторые признаки – это вовсе не адаптация. Они могут быть просто побочным продуктом других черт. Самый элементарный пример – пупок. У пупка нет никакой функции, и он не развивался как адаптация к какой-либо конкретной функции; это просто побочный продукт развития плаценты и пуповины у плацентарных млекопитающих, который появился из-за альтернативного способа питания развивающегося плода. Другой пример – соски у мужчин. В знаменитой дискуссионной статье 1979 года Стивен Джей Гулд⁴ и Ричард Левонтин⁵ назвали подобные побочные продукты в биологии «пазухой свода» (это треугольная часть в строениях с арками). Такие своды не были сконструированы для выполнения каких-то особых целей, они появляются из-за того, что так выполнена сама конструкция с арками. Как утверждали Гулд и Левонтин, многие биологические при-

⁴ Американский палеонтолог, биолог-эволюционист. – *Прим. пер.*

⁵ Американский биолог, генетик. – *Прим. пер.*

знаки подобны пазухам свода: они возникают как неадаптивные побочные продукты эволюции других адаптивных признаков. В одной из последующих глав я докажу, что менструация у нашего вида является побочным продуктом (хотя и с захватывающей предысторией).

Гулд и его коллеги подчеркивали, что возникающая первоначально как пазуха свода черта впоследствии может приобрести полезные свойства. Как и архитектурные пазухи, которые часто красиво украшают для повышения эстетики постройки, биологические «пазухи» могут стать полезными и помогать организму, даже если первоначально они возникли не для этой (или любой другой) функциональной цели. Гулд приводил в пример человеческий мозг. Он доказывал, что, когда большой и сложный мозг развился до выполнения своей основной функции (возможно, это сознание, но Гулд сам подчеркивал, что доподлинно мы не знаем), возникли тысячи «пазух»: способности к языкам, чтению, письму, рисованию, стремление к торговле и склонность к религии. Многие аспекты человеческой ментальной уникальности Гулд считал не адаптацией, а побочным продуктом сложного мозга, и он использовал этот пример, чтобы поддержать свое основное (и все еще спорное) утверждение, что «пазухи сводов» являются частым и важным источником эволюционных обновлений. В девятой главе я расскажу о гипотезе, что менопауза – это побочный продукт увеличения продолжительности жизни людей: полезное поведение по уходу за внуками

развилось у женщин именно как последствие менопаузы.

Еще одна складочка на аккуратной и опрятной теории эволюции – это факт, что некоторые черты первоначально развиваются с одной функцией, а потом меняют ее со временем. Иногда новая функция полностью перекрывает первоначальную причину появления признака. Например, перья птиц. Хотя перья необходимы птицам для полета, большинство ученых сошлись во мнении, что первоначально они не были адаптацией к полету. Благодаря окаменелостям (динозавров, а не птиц) мы узнали, что перья не помогали летать. Они могли быть теплоизоляцией, инструментами брачных игр или и тем и другим – скорее всего, точно мы никогда не узнаем. Только со временем, из-за ряда изменений в развитии оперения, перья стали участвовать в полете. В следующих главах мы обсудим груди женщины и оргазм, те признаки, которые, вероятно, поменяли свои функции в ходе эволюции, что затрудняет разгадку, как и почему они первоначально появились.

Черты также могут быть адаптивными в одних условиях, но нейтральными или даже неадекватными в других. Когда я рассказывала ученикам о мотыльках, я спрашивала, а что если мы еще раз изменим цвет стволов? Мотыльки с темными крыльями более приспособлены к темным стволам, но если мы очистим стволы от саж, темные мотыльки снова окажутся в невыгодном положении. На самом деле количество темных мотыльков сократилось в регионах, где внедрились бо-

лее чистое производство, ведь темные пяденицы снова стали не соответствовать среде. Несоответствие напрямую связано с эволюцией человека. Наши тела развивались в определенных условиях, но недавние культурные изменения произошли настолько быстро, что у нашей биологии не было никаких шансов успеть подстроиться. Наши предки, охотники-собиратели, когда их мучил голод, не могли позволить себе сходить в супермаркет или за супер-пупер питательным бургером. Иногда еды было очень много, иногда очень мало. Процессы усвоения и сохранения энергии человеком формировались в условиях сменяющихся пира и голода. Наша любовь к жирной пище и то, что мы запасаем излишки энергии в виде жира, скорее всего, были адаптацией для наших предков, но теперь это играет с нами злую шутку: повышает риск ожирения и сердечно-сосудистых заболеваний. В последующих главах мы еще не раз обсудим несоответствие между нашей биологией и современными условиями жизни.

Все это наглядно показывает, насколько эволюция женского тела сложнее и неоднозначнее истории с пяденицами. Но чтобы в полной мере оценить богатство эволюционных феноменов, произошедших с нашими предками женского пола, – включая сотрудничество и противостояния, о которых говорили ранее, – снова обратимся к школьной версии эволюции. Когда я рассказывала старшеклассникам об адаптации, вызванной естественным отбором, среди главных факторов, способствующих эволюционным изменениям, мы

называли факторы окружающей среды – хищников, недостаток еды, экстремальный климат, высоту над уровнем моря. Но эти факторы игнорируют еще один важнейший компонент – особей, с которыми мы общаемся. Особи в социальных видах, как наш, живут в сложных группах и постоянно взаимодействуют друг с другом. Даже млекопитающие-одиночки общаются с противоположным полом во время спаривания и со своим потомством в период вскармливания. Такие взаимодействия провоцируют эволюционные изменения, поскольку каждый привносит в них собственные интересы.

Взаимодействие ради размножения – выбор, с кем, когда и как часто, – формируется половым отбором. Скорее всего, эта тема шла в ваших учебниках сразу после пядениц. Дарвин объяснял половым отбором разные выходящие за рамки признаки, которые сложно объяснить адаптацией ради выживания, например, павлиний хвост. Когда мы представляем картину, как голодный тигр нападает на павлина, сложно сказать, что такое громоздкое и бросающееся в глаза украшение делает павлина более «приспособленным» к окружающей среде. Но если учесть тот факт, что этот хвост помогает привлечь самок и произвести на свет больше детенышей, чем у другого парня, вероятно, есть смысл заморочиться и приспособиться жить с таким хвостом. В пятой главе вы убедитесь, что половой отбор был мощной движущей силой в нашем эволюционном прошлом. Это он обеспечил нас таки-

ми украшениями, как постоянная грудь и большой пенис и в целом сформировал наше представление о привлекательности.

В целом большинство наших взаимодействий, а не только размножение, всегда связано с семьей. У социальных видов группы, в которых они живут, включают разных членов семьи: родителей, детей, братьев и сестер, тетей, дядей, двоюродных братьев, бабушек и дедушек, внуков. Каждый, кто жил в семье, точно знает, что семейная жизнь сопряжена с трудностями. Будучи человеком, который проводит свои дни в компании четырех детей и изнуренного мужа, я не могу не восхищаться тем, как переговоры и споры между членами семьи в древности повлияли на нашу биологию. Вы убедитесь, что эволюция семейных отношений у приматов и предков человека очень сильно сказалась на нашем поведении, физиологии, размножении и старении.

Сотрудничество – основа семьи

Открытие эволюционных взаимодействий между членами одной семьи началось с изучения пчел. У медоносных пчел очень необычные социальные обязательства. Пчелиные колонии насчитывают десятки тысяч пчел, но только одна самка – королева – производит детенышей, и она единственная, кто кормится маточным молочком с момента вылупления. У остальных самок совсем другая диета, которая делает их

бесплодными. Когда королева созревает для спаривания, она улетает на поиски самцов из других колоний. Самцы ничего не делают для колонии помимо спаривания с иноземными самками. На первый взгляд кажется, что им повезло, только вот самцы умирают сразу после спаривания. А как же другие самки? Чем они занимаются? Собственно, всем остальным. Пока самки молоды, они содержат улей в чистоте, производят маточное молочко и выкармливают личинок. Когда они становятся старше, превращаются в строителей – поддерживают и расширяют улей при необходимости. А еще в собирателей – собирают нектар и несут его в улей. А в процессе сбора нектара становятся танцорами, исполняя круговые и виляющие танцы, чтобы сообщить другим пчелам информацию о том, где находится еда. Также рабочие самки защищают колонию, поэтому именно у самок (а не у самцов) есть жало. Жизнь рабочей пчелы очень утомительна.

Пока Дарвин формулировал идею естественного отбора, он ломал голову над подобными социальными обязательствами пчел, которые теперь обозначаются термином эусоциальность. Почему трудолюбивые пчелы-самки оставили работу по размножению матке? Какая в этом польза? Теория адаптации путем естественного отбора предсказывает, что черты, снижающие репродуктивный успех, со временем исчезнут (как, например, светлые крылья мотылька во время промышленной революции). Бесплодие – это полная репродуктивная недостаточность; даже если вы проживете дольше

всех, вы не сможете передать гены долголетия следующему поколению. Как же поддерживается бесплодие и помогающее поведение у рабочих пчел? У Дарвина был ответ на этот вопрос, хотя и несколько расплывчатый. В его размышлениях над загадкой бесплодия рабочей пчелы родилась концепция *родственного отбора*. В своей книге «Происхождение видов путем естественного отбора»⁶ Дарвин утверждал, что встречается развитие черт, которые могут вредить особи, но при этом приносить пользу другим членам одного рода или семьи. Он предположил, что естественный отбор действует как на семью, так и на отдельную особь.

Родственный отбор объясняет многое в социальном поведении животных и людей, в том числе в воспитании детей – основы такого поведения. Поэтому давайте потратим несколько минут на конкретизацию этой концепции и ее истории. Наследственность является важной частью естественного отбора, но роль генов стали осознавать только после признания в конце 1800-х годов знаменитых экспериментов Грегора Менделя⁷ с растениями гороха. Ученые Рональд Фишер⁸ и Дж. Б. С. Холдейн⁹ математически объединили генетику Менделя с селекцией Дарвина, и Холдейн сделал на

⁶ Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. М.: Издательство Юрайт, 2023.

⁷ Чешско-австрийский биолог-генетик, открыл законы наследственности. – *Прим. пер.*

⁸ Английский биолог-эволюционист, генетик. – *Прим. пер.*

⁹ Английский биолог. – *Прим. пер.*

основе информации об английских пяденицах математическую модель естественного отбора. В 1930-х годах Фишер и Холдейн начали задумываться о логике родственного отбора, и Холдейн однажды пошутил, что он охотно отдал бы свою жизнь за двух братьев или восемь двоюродных братьев, поскольку в среднем мы разделяем 50 процентов наших генов с братьями и сестрами и только 12,5 процента с двоюродными братьями и сестрами. Но лишь в 1960-х годах биолог-эволюционист по имени Уильям Гамильтон¹⁰ представил полную логику родственного отбора, которая в итоге способствовала признанию и популяризации этой теории.

Сейчас я вкратце опишу эту математику. Логика проста. Гамильтон описал все с точки зрения затрат и выгоды, а за валюту взял репродуктивный успех. Главное здесь – тот факт, что у нас с близкими родственниками общие гены. Чем ближе родственник, тем больше вероятность, что у нас с ним есть общий ген. Теперь давайте представим, что есть ген, контролирующий кооперативное поведение, которое дорого обходится вам, но полезно для родственника (как в истории с рабочими пчелами, которые отказываются от размножения, чтобы помочь вырастить потомство матки). Подобный ген может распространиться в популяции, если цена для вас меньше, чем польза для вашего родственника, умноженная на вероятность, что ваш родственник также является носителем этого гипотетического гена. Другими словами, ес-

¹⁰ Британский эволюционный биолог. – *Прим. пер.*

ли ваш близкий родственник извлекает выгоду из вашего кооперативного поведения *и при этом* является носителем гена подобного поведения (даже если он сам никак его не проявляет), ваш родственник передаст этот ген большому количеству потомков. Таким образом, ген, влияющий на кооперативное поведение, может распространяться в популяции, даже если это поведение дорого обходится большинству.

Для логики родственного отбора очень важно думать об эволюции с точки зрения генов, а не отдельных особей. Все люди в конечном итоге умирают, но копии их генов продолжают жить в потомках (или в потомках родственников, несущих те же гены). Вы, возможно, слышали о понятии «геноцентричный взгляд на эволюцию», популяризированном Ричардом Докинзом¹¹ в книге «Эгоистичный ген»¹². С точки зрения этой теории гены – это игроки, соревнующиеся за место в следующем поколении. Выигрышный ген может улучшить репродуктивный успех тела, в котором он в настоящее время находится, или успех родственника, несущего тот же ген. Только в рамках этой теории «самоотверженное» поведение рабочих пчел имеет смысл.

В 1950-х годах (за десять лет до того, как Гамильтон представил логику родственного отбора) британский биолог Питер Медавар сравнил бесплодную рабочую пчелу с особой группой людей – женщинами в постменопаузе. Пытаясь объ-

¹¹ Английский этнолог, эволюционный биолог. – *Прим. пер.*

¹² Докинз Р. Эгоистичный ген. М.: Corpus (АСТ), 1989.

яснить давнюю эволюционную загадку – почему у человеческих особей женского пола наступает менопауза (которую, кстати, мы обсудим в девятой главе) – Медавар утверждал, что, как и в случае с генами стерильных рабочих пчел, передающихся через матку, гены, влияющие на «бабушнину снисходительность», возможно, передаются у людей через внуков. Это были первые проявления «гипотезы бабушки», которая утверждает, что менопауза и увеличение продолжительности жизни развились у людей из-за того, что бабушки, которые прекратили размножаться, чтобы кормить и воспитывать внуков, более успешно передавали гены, отвечающие за эти признаки, чем женщины, которые этого не делали. Помимо помогающего поведения бабушек эволюция человека характеризовалась усилением социального сотрудничества, касающегося в том числе распределения еды и разделения труда. Поскольку древние люди, вероятнее всего, жили небольшими группами близкородственных особей, родственный отбор часто используется для объяснения эволюции сотрудничества. Вероятно, именно расширение сотрудничества между группами людей у наших предков привело к увеличению продолжительности жизни нашего вида – особенности, которую мы обсудим в следующих главах.

Хотя «гипотеза бабушки» до сих пор вызывает споры, многие данные о животных (и даже растениях) подтверждают идею, что кооперативное поведение развивается в результате родственного отбора. В большинстве случаев бенефи-

циарами естественного отбора становятся члены семьи. Изучение более двух тысяч пометов рыжих белок показало, что матери иногда усыновляют детенышей-сирот, но только если бельчата являются родственниками и только если нынешний помет самки не слишком большой, что полностью соответствует логике Гамильтона. Другой пример – тщательно продуманный привлекающий самок брачный танец доминирующего индюка, который он никогда не исполняет в одиночку, с постановкой индюку помогает брат. Брат никогда не получит подругу сам, зато сыграет важную роль и поможет близкому родственнику завоевать ее. Такое «самоотверженное» поведение существует потому, что гены кооперативного поведения косвенно приносят выгоду, которая помогает близким родственникам выжить и передать те же самые гены.

Как упоминалось ранее, основная черта нашего поведения – забота о детях – объясняется родственным отбором. У людей отцы играют гораздо большую роль в воспитании детей, чем отцы других млекопитающих, даже приматов. Есть гипотеза, что отцовская забота у людей – это результат родственного отбора (наряду с другими гипотезами, которые мы рассмотрим в следующих главах). Для приматов и других млекопитающих больше характерны забота и оберегающее поведение матери, которые сформировались благодаря естественному отбору. Мы не спим ночами, чтобы вскармливать детей, готовим им еду, убираем за ними беспорядок, отвозим на утренние тренировки по плаванию, улаживаем

их споры, развлекаем их, помогаем со школьными проектами... список можно продолжать бесконечно. Как мать четверых, я уверяю вас, такое поведение дорого обходится (и с бытовой точки зрения, и с точки зрения эволюции). Но мы посвящаем детям время, потому что это увеличивает шансы на то, что они добьются успеха и передадут будущим поколениям гены, влияющие на такое поведение.

При этом я не хочу свести все, что связано с материнством, только к генам. Поведение матери сложное, гибкое и сильно зависит от множества обстоятельств – мы еще поговорим об этом в седьмой главе. Не подумайте, что я не получаю от материнства никакого удовольствия. Напротив, лучшие моменты моей жизни связаны с моими детьми: кормление новорожденных и любование ими, моменты, когда мой сын выигрывает соревнования, к которым усердно готовился. По правде говоря, все эти радости от детей, скорее всего, тоже являются результатом естественного отбора, поскольку мы с большей вероятностью будем вести себя так, чтобы мозг считал, что нам хорошо. Но не все в материнстве так радужно. Да, я получала огромное удовольствие от кормления новорожденных, но мне не нравилось, когда малыши кусали меня или требовали молоко, когда им это не нужно. С каждым ребенком был момент, когда я должна была сказать: «Хватит!» И вы обязательно узнаете, почему сотрудничество между матерью и ребенком не продолжается бесконечно.

Конфликты главных интересов

Как только была установлена логика родственного отбора, биолог Роберт Триверс¹³ применил теорию Гамильтона к отношениям между родителями и детьми. Но в отличие от Гамильтона, который сосредоточился на том, чем мы готовы пожертвовать ради родных, Триверс сосредоточился на противоположном – на том, за что мы будем с ними бороться. С помощью логики Гамильтона он перевернул традиционное представление, что у родителей и детей одинаковые эволюционные интересы.

Триверс сосредоточился на конфликтах интересов между родителями и детьми, касающихся родительских инвестиций, вложенных в детей, например во время вскармливания новорожденных у млекопитающих или кормления недавно вылупившихся птенцов. Описывая этот конфликт интересов, он использовал пример с карибу, теленком северного оленя. Как и Гамильтон, Триверс также изучал затраты и выгоды, но его анализ имел несколько важных отличий.

Во-первых, затраты и выгоды могут меняться со временем. Когда детеныш карибу только рождается, польза от вскармливания для тельца огромна, а затраты для матери невелики. Но пока теленок растет и требует от матери все

¹³ Американский эволюционный биолог и социобиолог. – *Прим. пер.*

больше молока, затраты для матери тоже растут: ее тело истощается, а еще продолжение кормления грудью отодвигает момент нового материнства, потому что у большинства млекопитающих во время кормления грудью овуляция прекращается.

Во-вторых, что более важно, детеныш карибу и мать по-разному оценивают затраты и выгоды. Для матери выгода для ее нынешнего ребенка достигается за счет меньшего количества детей в будущем. Но она одинаково связана со всеми своими детьми, поэтому ей важно инвестировать таким образом, чтобы максимизировать общий успех, возможно (но не обязательно), вкладывать во всех них в равной степени. Однако для теленка, который является нынешним ребенком, собственная выгода может быть достигнута за счет меньшего количества будущих братьев и сестер. Теленок на 100 процентов связан с самим собой, но только на 50 процентов (или меньше) связан со своими братьями и сестрами. Получается, что по сравнению со своей матерью теленок ценит затраты на уход (т. е. наличие меньшего количества братьев и сестер) меньше, чем выгоду для себя.

В-третьих, теленок играет активную роль в отношениях с матерью. Он не просто пассивно кормится молоком, но каким-то образом требует его.

Что же в итоге это означает для карибу и его матери? Сперва, когда польза значительно превышает затраты, и теленок, и мать имеют схожие интересы – мать хочет кормить,

а теленок сосать. В какой-то момент тело матери начинает истощаться, и пока она кормит этого ребенка, она не может больше забеременеть. С точки зрения матери, чем старше становится теленок, тем дороже стоит его вскармливание, поэтому наступает момент, когда ей нужно отлучить теленка от груди и начать все с начала. С точки зрения теленка, лучше продолжать кормиться грудью... но не бесконечно. Наступает момент, когда вскармливание становится дорогостоящим и для матери, и для ребенка – выгоды от грудного вскармливания не перевешивают отсутствие будущих братьев и сестер, с которыми можно разделить общие гены. Но есть период, когда между матерью и малышом возникает эволюционный конфликт интересов касательно продолжения вскармливания. Этот конфликт особенно выражен у видов, у которых дети рождаются от разных самцов. Чем меньше ребенок связан со своими потенциальными братьями и сестрами, тем ему менее важно, насколько он истощит свою мать и насколько задержит рождение брата или сестры, поскольку уменьшается вероятность наличия у них общих генов.

Но как теленок получает то, что хочет, во время конфликта? Мать имеет явное физическое преимущество – она крупнее и сильнее. Что может теленок? Плакать! Новорожденные млекопитающие плачут по необходимости, чтобы показать родителям, что они испытывают голод или холод, но подобное поведение могут использовать подросшие дети для ма-

нипулирования мамой. Как писал Триверс, в периоды конфликта потомство может использовать психологические манипуляции. Все, у кого есть малыши, точно знают, о чем он говорит. Если я отказываю своему старшему малышу в третьей упаковке фруктовых жевательных мармеладок, без которых от точно выживет, он плачет так, будто я морю его голодом.

Хочу сразу разобраться с участниками данного конфликта. Я рассказывала о противостоянии между родителями и потомством – детеныш карибу пытается манипулировать матерью, чтобы она давала ему больше молока, а мой сын пытается манипулировать мной, чтобы получить больше мармелада, – но, на самом деле, мы говорим о конфликте генов. Вернемся к геноцентрическому взгляду на эволюцию, ведь все живое рано или поздно умирает, а все матери когда-то были детьми, именно поэтому главные участники подобных конфликтов – это гены. Естественный отбор влияет на изменение частоты генов в процессе эволюции, а изменениям в генах, выраженным у матерей, могут противопоставляться изменения у потомства. Генетический конфликт приводит к конфликту психологическому. Согласно логике Триверса, гены младенцев, которые используют манипулятивное поведение во время отлучения от груди, будут работать лучше, чем гены, которые не способствуют манипуляции, и наоборот, гены матерей, которые своевременно отлучают детей от груди, работают лучше, чем гены тех женщин, которые этого

не делают.

На основе глубокого анализа Триверса биолог Дэвид Хейг¹⁴ продвинул тему конфликта между родителями и потомками еще дальше. У плацентарных млекопитающих отношения между матерью и ребенком начинаются задолго до рождения. Хейг описывает конфликт, возникающий между матерью и плодом во время беременности, камнем преткновения снова становится количество ресурсов, которые мать должна предоставить плоду. Логика такая же, как с теленком карибу. И мать, и плод выигрывают от того, что плод получает некоторое количество ресурсов от матери – с этими ресурсами плод с большей вероятностью выживет и передаст свои гены, а мать с большей вероятностью передаст свои гены через плод. Но эволюционные интересы матери и плода не идентичны.

Опять же, это происходит потому, что мать в равной степени связана со всеми своими потенциальными детьми, но плод на 100 процентов связан с самим собой и только на 50 или 25 процентов связан с будущими братьями и сестрами. Это провоцирует конфликт. Гены плода, участвующие в извлечении большего количества питательных веществ из матери, будут работать лучше, чем те, которые требуют меньше, потому что дети, получающие лучшее питание, с большей вероятностью выживут и передадут эти ге-

¹⁴ Австралийский биолог-эволюционист, генетик и профессор кафедры организменной и эволюционной биологии Гарвардского университета.

ны. Точно так же, как ген, отвечающий за темную окраску крыльев, распространился в популяции пядениц, будет распространяться версия генов плода, которая требует от матери больше питательных веществ. Но поскольку мать в равной степени связана со всеми своими детьми, не в ее интересах, жертвуя здоровьем будущих детей, вкладывать слишком много в ребенка, которым она беременна сейчас, поэтому материнские гены, ограничивающие чрезмерную передачу ресурсов, будут работать лучше, чем те, которые этого не делают.

Различие конфликта во время беременности с конфликтом после рождения в том, что плод имеет в арсенале более совершенное оружие. Вместо психологических манипуляций, которые могут сработать, а могут и не сработать (я стала экспертом в игнорировании моего «голодающего» малыша), плод использует химические вещества, чтобы напрямую манипулировать своей матерью. Во время беременности плод имеет прямой доступ к материнской крови, в которую он может легко доставлять манипулятивные химические вещества. В шестой главе, посвященной беременности, я докажу, что плод вырабатывает гормоны и другие молекулы, которые манипулируют беременной матерью, заставляя ее высвободить больше ресурсов, чем ей следовало бы с точки зрения эволюционного интереса.

Но не подумайте, что матери в прошлом были эволюционными неудачниками, существует множество свидетельств,

что они наносили ответные удары, а конфликт между матерью и плодом в человеческой истории стал похож на эволюционную гонку вооружений. Да, плод вырабатывает гормоны и другие молекулы, которые манипулируют беременной матерью, но мать научилась игнорировать эти сигналы или ослаблять свою реакцию на них. Это, в свою очередь, побудило плод вырабатывать гормоны в еще больших количествах. Такая гонка стала причиной еще одной загадки, связанной с беременностью: осложнений, которые могут быть опасны и для матери, и для ребенка (например, гестационный диабет или преэклампсия, высокое кровяное давление).

Многие главы этой книги будут посвящены конфликтам между матерями и детьми. Эти конфликты всегда были главной движущей силой эволюции женской биологии и могут проявляться во время беременности, после рождения и даже во взрослом возрасте. Они объясняют, почему беременность может быть с осложнениями, почему у женщин есть менструации и, возможно, даже объясняют менопаузу. Очень трудно понять, почему и как появились эти женские функции, не беря во внимание социальный контекст, в котором они развивались. Женская история охватывает и другие виды генетических конфликтов, например конфликт между самцами и самками из-за размножения, и, конечно же, эволюционное сотрудничество – обо всем этом мы обязательно поговорим. Семейные отношения – фактор, оказывающий большое влияние на наше здоровье и благополучие в совре-

менном мире, также сильно повлиял на траекторию, по которой двигалась эволюция человечества, изменяя женское поведение, физиологию, репродуктивные функции и процесс старения. Знание эволюционной истории человеческих семейных отношений дает нам более глубокое понимание современной женской биологии и поведения.

Глава 1

Х-Фактор

На ранних сроках четвертой беременности я была одержима идеей рождения дочки. На тот момент у меня уже было три сына и нескончаемый список девчачьих имен, которые с нетерпением ждали свою обладательницу. Когда я делилась заветной мечтой с родственниками и друзьями, в ответ слышала разное: от милого «Главное, чтобы ребенок был здоров» до спорного «Мальчики любят мам больше!». Были даже явные оскорбления. Самый запоминающийся комментарий я получила от отца девушки-подростка: «Если родится парень, считай, тебя пронесло!». По словам этого мудрого папы, воспитывать девочек-подростков настолько сложно, что лучше их вообще не заводить. Но, несмотря на все советы, я твердо стояла на своем. Я безумно хотела родить девочку, союзника женского пола в доме, полном мужчин, девочку, которую можно наряжать в милые платьица, дочку, которая придет ко мне за помощью, когда у нее начнутся менструации, и которая расскажет мне первой о своей беременности.

Но хотя я и мечтала о дочке, в те дни я прекрасно знала, что «выбор» уже сделан. Пол зависит от того, производит организм яйцеклетки (женский пол) или сперму (мужской

пол). У людей и других млекопитающих пол определяется при зачатии, ключевой фактор – какая половая хромосома будет в сперматозоиде отца, оплодотворяющем яйцеклетку матери. За редким исключением, если это X-хромосома, будет девочка, а если Y – мальчик.

Система X- и Y-хромосом – это лишь один из нескольких генетических способов формирования пола в животном мире. У птиц, например, именно женская яйцеклетка с Z- или W-хромосомой определяет пол детеныша. А еще влиять на пол может не только генетика. У аллигаторов в Америке решающий фактор – температура, при которой высиживаются яйца, в холоде созревают самки, а в тепле – самцы. Но какими бы причудливыми способами разные виды ни создавали самок и самцов, результат всегда один: организмы производят либо большие (яйцеклетки), либо маленькие (сперма) половые клетки. У этого правила тоже есть исключение – гермафродиты – но о них мы поговорим позже.

Чтобы лучше понять, как и почему наши тела становятся женщинами или мужчинами, давайте изучим увлекательную историю эволюции полов. Почему пол вообще существует? Всегда ли он существовал? Как X- и Y-хромосомы появились в этой истории?

Предварительный обзор терминов

Чтобы перейти к эволюции полов и исключить какие-ли-

бо недопонимания в языке, начнем с нескольких определений. В животном мире на уровне половых клеток существуют только два пола – ни один вид животных (или растений) не производит третий тип половых клеток. На уровне всего организма для определения пола часто используют дополнительные черты, например наружные гениталии, но такой подход может привести к ошибке – ведь у самок гиен и сеноедов есть пенисы. Люди тоже производят либо яйцеклетки, либо сперму. Есть еще ряд признаков, на которые принято ориентироваться при определении пола у нашего вида, – процент жира в организме, гениталии и гормоны – и они обычно сильно различаются по показателям от особи к особи, также комбинации черт, которые обычно *ассоциируются* с женским или мужским полом, могут быть очень разнообразными. Например, есть люди с редким отклонением – нечувствительностью к андрогенам, у них XY-набор половых хромосом, есть яички, они производят тестостерон, но ткани их тела не чувствительны к тестостерону, поэтому у них могут развиваться женские наружные гениталии. Люди, сочетающие в себе женские и мужские черты (как в случае с нечувствительностью к андрогенам), называют себя «интерсекс».

Не стоит путать интерсекс-людей с гермафродитами, организмами, которые производят и яйцеклетки, и сперму в одном теле. Или с видами, которые в один момент либо последовательно меняют пол в разные периоды своей жизни.

Гермафродитизм – это развитая репродуктивная стратегия у многих видов растений, беспозвоночных и рыб. В одних видах каждая особь – гермафродит, в других бывают сочетания гермафродитов с мужскими и/или женскими особями. Среди птиц и млекопитающих настоящих гермафродитов нет. В редких случаях на ранних стадиях развития у человека могут развиваться одновременно и ткани яичников, и яичек, но они все равно не могут производить и яйцеклетки, и сперму. Физиологически люди не могут быть гермафродитами, и, по мнению организации interACT: Advocates for Intersex Youth¹⁵, этот термин вводит в заблуждение и накладывает на людей клеймо.

Мир без пола

Не могу назвать себя фанатом научной фантастики, но я пересмотрела и перечитала в этом жанре достаточно много и заметила, что животный мир Земли часто становится источником вдохновения при создании инопланетных видов. Жукеры в «Игре Эндера»¹⁶ – это насекомоподобные королевы, рабочие и трутни. В «Страннике»¹⁷ Фрица Лейбера изображены большие инопланетные существа, похожие на ко-

¹⁵ Защитники интерсекс-молодежи. – *Прим. пер.*

¹⁶ Серия научно-фантастических романов. – *Прим. пер.*

¹⁷ Фантастический роман. – *Прим. пер.*

шек. А сколько таких существ в «Звездных войнах»¹⁸! Персонаж Джа-Джа Бинкс напоминает динозавра или птицу, а эвоки похожи на собак породы брюссельский грифон.

Продолжая аналогию с земными существами, можно отметить, что у инопланетных видов обычно тоже два пола. Большинство существ галактики «Звездных войн» – женщины или мужчины. Голубокожие На'ви из «Аватара»¹⁹ тоже мужчины и женщины. И хотя в научной фантастике есть отклонения от привычной модели двух полов, многие из них также создавались на основе примеров, найденных на Земле. Человекоподобные существа из классического научно-фантастического романа «Левая рука Тьмы»²⁰ три недели каждого месяца остаются бесполоыми, но на четвертую неделю начинают случайным образом производить сперму или яйцеклетки. На Земле такая модель работает у некоторых гермафродитов, которые меняют пол в определенный момент жизни. Например, рыба-клоун, главный персонаж всех учебников по биологии (и мультфильма «В поисках Немо»²¹), которую обычно фотографируют в домике из щупалец ане-

¹⁸ Медиафраншиза в жанре эпическая космическая опера. – *Прим. пер.*

¹⁹ Научно-фантастический фильм Джеймса Кэмерона. – *Прим. пер.*

²⁰ Роман американской писательницы-фантаста Урсулы Ле Гуин. – *Прим. пер.*, Урсула Ле Гуин. Левая рука Тьмы. Роман. М.: Центрполиграф; Ростов-на-Дону: Гермес, 1991.

²¹ Полнометражный компьютерный анимационный фильм, снятый Pixar Animation Studios для Walt Disney Pictures. – *Прим. пер.*

монов. В рассказе «Избери путь ее...»²² смертельный вирус уничтожает всех мужчин, а женщинам приходится учиться размножаться самостоятельно путем партеногенеза. Партеногенез – репродуктивная стратегия, при которой яйцеклетки могут нормально развиваться без оплодотворения спермой, используется некоторыми видами, включая комодового варана. Мы еще вернемся к партеногенезу и гермафродитизму позже.

Есть в научной фантастике и полностью придуманные виды с множеством полов, какие на Земле не встречаются. В романе «Мерзейшая мощь»²³ К. С. Льюис мимолетно упоминает семь полов, но он не давал им никакого описания, скорее всего, понимая, что будет трудно убедить читателей в их существовании. В письме другу, написанном через год после публикации книги, он сказал: «Попробуй представить себе новый цвет, третий пол, четвертое измерение или монстра, не составленного из частей существующих животных. Ничего не получится».

Не рискну комментировать, почему Льюис или другие писатели не стали стараться и придумывать новые разновидности полов в своих фантастических произведениях. Но могу объяснить, почему здесь, на Земле, на каждый вид приходится не более двух полов. Для этого нужен контекст, ведь мы отправимся в путешествие во времени, на Землю, какой

²² Джон Уидом. Избери путь ее...: журнал «Смена», 1989.

²³ Льюис Клайв Стейплз. Мерзейшая мощь. М.: АСТ, 2021.

она была более трех миллиардов лет назад, задолго до того, как появилось половое размножение или разделение полов.

Земля тогда выглядела иначе, чем сейчас. Если бы вы могли перемещаться по просторам той древней Земли, то увидели бы только бесплодные земли без единого намека на зелень или жизнь. Если бы вы погрузились в тот древний океан, не обнаружили бы там ничего: ни рыб, ни кораллов, ни акул, ни водорослей.

В наши дни виды бактерий на Земле невероятно разнообразны и живут в большинстве мест обитания на планете, в том числе в наших кишках и на нашей коже, в почве, в кислых горячих источниках и даже в радиоактивных отходах. На древней Земле бактерии тоже были в большом разнообразии. Некоторые питались молекулами углерода в океанах, некоторые питались энергией, запасенной в молекулах серы, а некоторые использовали для своих одноклеточных тел простой метод преобразования солнечной энергии в топливо. Наиболее важными для будущей жизни были цианобактерии, разновидность бактерий, существующих и сегодня, которые используют фотосинтез – очень эффективный процесс для производства полезной энергии из солнечного света. Они изменили нашу планету, в атмосфере которой изначально было мало кислорода (без кислородного баллона нам там не выжить). Используя солнечный свет для преобразования воды и углекислого газа в топливо, эти цианобактерии выделяли кислород в качестве побочного продукта, чем

навсегда изменили газовый состав атмосферы и эволюцию жизни на Земле.

Как эти одноклеточные бактерии размножались на Земле в течение миллиардов лет? Почти так же, как размножаются бактерии сегодня – клонированием. При таком типе *бесполого* размножения (размножения без партнера) особь увеличивается, клонирует свою генетическую информацию, которая хранится в кольцевой хромосоме, а затем просто разрезает свое клеточное тело пополам. При этом в каждой половине оказывается по одной кольцевой копии ДНК, в результате чего образуются две дочерние клетки, генетически идентичные друг другу²⁴.

Когда мы думаем о размножении нашего вида, для которого требуются поиск партнера, успешное зачатие и имплантация, *долгое* вынашивание и болезненные роды, клонирование кажется более привлекательным способом. Но большинство животных, растений и грибов выбрали трудный путь – половое размножение. У организмов с полом ребенок создается двумя родителями, объединившими свой генетический

²⁴ В качестве этимологического примечания: такие термины, как дочь и сестра, широко используются биологами при обсуждении деления клеток. Бактерии не являются женскими в строго биологическом смысле этого слова: они не производят яйцеклетки. Но поскольку самки в животном мире часто выполняют большую часть работы по размножению, а бесполое организмы выполняют всю работу, их называют самками. Кроме того, бактериальные клетки больше похожи на яйцеклетки, чем на сперматозоиды, поскольку у них есть все необходимые клеточные ингредиенты, необходимые для новой жизни, в отличие от сперматозоидов, которые несут в себе только ДНК.

материал. Важнейшей эволюционной ступенью к половому размножению стала эволюция нового типа клеток у предков животных, растений и грибов²⁵. Вместо того чтобы позволить всем частям клетки плавать вместе в одном пуле (как у бактерий), клетка этого предка имела отсеки, которые отделялись друг от друга мембранами. Кроме того, его ДНК имела линейную форму, а не кольцевую. Наши клетки сегодня имеют такую же конструкцию.

Новый дизайн клеток сыграл важную роль при переходе от бесполого к половому размножению, поскольку для развития требовался новый тип клеточного деления – митоз (возможно, это понятие знакомо вам со школы). Митоз, как и деление бактериальных клеток, приводит к образованию двух одинаковых дочерних клеток, но он занимает больше времени и является более сложным из-за мембран и других особенностей этих организмов. Многие одноклеточные, включая некоторые виды водорослей, сегодня тоже размножаются митозом, только бесполым. И все ваше тело, за исключением сперматозоидов и яйцеклеток, было произведено путем митоза, включая миллионы клеток в костях, коже, легких и кишечнике, которые размножаются прямо сейчас, пока вы читаете эту книгу.

Удивительно, не правда ли?

²⁵ Если быть точным, этот предок дал начало животным, растениям, грибам и еще двум царствам, включающим такие организмы, как водоросли и амебы.

Первичный пол

Митоз был и остается ключевой формой бесполой репродукции. Но внезапно у некоторых существ из прошлого, с мембранами в клетках и митотическим размножением, произошло нечто, навсегда изменившее мир. Развился мейоз. Возможно, звучит не так грандиозно, может, вы даже помните это понятие со скучных уроков биологии, но развитие мейоза сыграло огромную роль. Без мейоза не развилось бы половое размножение, а без полового размножения мир был бы совершенно другим.

Можно подумать, что мейоз – это продублированный и усиленный митоз. Вместо одного деления клетки – два, что сокращает генетическую информацию в новых клетках вдвое. В нашем организме в результате мейоза образуются яйцеклетки и сперматозоиды. Во время оплодотворения яйцеклетка и сперматозоид объединяются, восстанавливая полный объем генетической информации, переданной потомству. Если бы мы не уменьшили генетическую информацию половых клеток вдвое, геном каждого нового поколения содержал бы в два раза больше ДНК. Не нужно быть математиком, чтобы понять, что удвоение ДНК быстро выйдет из-под контроля!

Мейоз лежит в основе сущности полового размножения, при котором идет смешение генетической информации от

двух разных особей. И вопрос, почему оно вообще возникло, – ключевая проблема в эволюционной биологии. Стоимость полового размножения невероятно высока: ты отдаешь своему ребенку только половину своего ДНК, вынашивание занимает больше времени и несет больше рисков. Но несомненно есть и эволюционные преимущества. Ведь это не простое объединение генетической информации двух разных особей, это смешивание информации для создания чего-то нового. Такое смешивание – рекомбинация – происходит во время мейоза, когда идентичные хромосомы объединяются в пары и обмениваются данными ДНК. Результат – каждый раз генетически уникальное потомство²⁶. Считается, что генетическая изменчивость, возникающая в результате рекомбинации генов, полезна для организмов, поскольку позволяет им лучше приспосабливаться к изменениям окружающей среды. Например, в лабораторных экспериментах над видами водорослей, которые могут размножаться половым или бесполом путем, популяции первых гораздо лучше росли на новых источниках пищи, чем вторые.

Не будем больше углубляться в разговоры о половом размножении, скажу лишь, что оно настолько часто встречается на нашем древе жизни, что, без всяких сомнений, это выигрышная эволюционная стратегия. Еще здесь важно отметить, что эволюционные конфликты, о которых я расска-

²⁶ Исключения, такие как однояйцевые близнецы, возникают в результате митоза одной оплодотворенной яйцеклетки на ранних стадиях развития.

зывала во введении, – между матерями и детьми в момент вскармливания и между женскими и мужскими особями в момент размножения – появились именно потому, что особи, вступающие в отношения, были созданы путем полового размножения и не имеют генетической идентичности.

Хотя мейоз является ключевым элементом полового размножения, когда он появился более миллиарда лет назад, четкого деления на женский и мужской пол не было. Особи тех первых половых популяций производили половые клетки одинакового размера и формы – не было ни спермы, ни яйцеклеток. Чтобы лучше понять, что представляли из себя наши предки в тот период, я расскажу вам об организмах, с которыми вы, скорее всего, уже знакомы, если когда-либо пекли хлеб или варили пиво – с дрожжами.

Люди использовали дрожжи в кулинарии тысячелетиями. Иероглифы и археологические находки свидетельствуют, что более пяти тысяч лет назад египтяне уже использовали дрожжи для приготовления алкоголя и закваски. Осадок на куске древней керамики из Ирана показывает, что виноделию уже как минимум семь тысяч лет. Древние пивовары, виноделы и пекари не знали, а мы знаем, что фрукты и зерна в алкогольные напитки и хлеб превращает гриб *Saccharomyces cerevisiae*. Как и нам, этим грибам нужна пища, чтобы жить и размножаться, при этом они черпают энергию из тех же продуктов, что любим мы – фрукты и зерновые культуры. Но в отличие от людей, грибы могут выживать

без кислорода. Ученые выяснили, что когда *S. cerevisiae* не хватает кислорода, они начинают медленнее извлекать энергию из пищи и выделяют углекислый газ и спирт в процессе под названием ферментация. Углекислый газ помогает хлебу подняться во время выпечки, а спирт можно использовать сам по себе, при этом разные штаммы дрожжей и различные источники сахара придают дополнительные вкусовые оттенки.

Хотя наш древний предок, перешедший на половое размножение, – это точно не дрожжи, способ размножения у них очень похож. Дрожжевые клетки обычно размножаются митозом – бесполом путем – созданием двух дочерних клеток, идентичных родительской клетке. Но в стрессовых условиях, например в период голода, они переходят на мейоз. Это подтверждает тот факт, что половое размножение более выгодно во времена трудностей, поскольку порождает генетическое разнообразие, создающее больше генетических комбинаций для борьбы с различными рисками. Во время мейоза дрожжевая клетка образует половые клетки, содержащие половину генетической информации исходной клетки, точно так же, как яйцеклетки и сперматозоиды содержат вдвое меньше хромосом, чем все остальные клетки нашего тела. В отличие от яйцеклеток и сперматозоидов, все половые клетки дрожжей имеют одинаковый размер и форму, но не идентичны.

При более детальном рассмотрении обнаруживаются два

типа половых клеток дрожжей – а и α . Основное различие между ними в том, что они производят разные феромоны – дрожжевые запахи. Каждый из типов производит запахи, которые привлекают противоположный тип. Когда а-клетка выделяет феромон для α -клетки или, наоборот, две клетки притягиваются друг к другу и сливаются (копулирующие дрожжевые клетки получили самое несексуальное название из возможных – шму²⁷). Биологи называют а-клетки и α -клетки *разными* типами спаривания, и половое размножение может происходить только между разными типами. Так что противоположности точно притягиваются, по крайней мере у дрожжей. У многих грибов всего два типа спаривания, но у некоторых грибов их более двадцати трех тысяч. Писателям-фантастам следует обратить на это внимание!

Что определяет, будет дрожжевая клетка а или α ? Гены. У *S. cerevisiae* набор генов, управляющий развитием типов спаривания, похож на участки X- и Y-хромосомы, определяющими пол у млекопитающих. И если эти типы спаривания напоминают вам самку и самца, так и есть. Типы спаривания – это еще не полноценное половое разделение, но, вероятно, их появление стало важной эволюционной ступенькой на этом пути. Как вы увидите дальше, организму требуются лишь незначительные изменения в генах типа спаривания,

²⁷ Произошло от названия мультяшного персонажа Шму американского карикатуриста и юмориста Эла Каппа, Шму по форме напоминает две слившиеся клетки. – Прим. пер.

чтобы начать создавать половые клетки разных размеров, а эволюция больших (яйцеклеток) и мелких (сперматозоидов) половых клеток закладывает основу для эволюции полов в современном понимании.

Половые клетки, большие и маленькие

Прежде чем продолжить наше путешествие в эволюцию полов, я хочу сделать паузу и поговорить об огромных последствиях, к которым привело половое размножение, в частности эволюция яйцеклеток и сперматозоидов. Большая часть красоты нашего мира возникла благодаря этому – переливающееся рубиново-красное горло широкохвостой колибри, богато украшенное оперение павлина, экзотический вид пурпурного страстоцвета²⁸, величественные рога самца оленя. Если говорить о чем-то обыденном, без полового размножения не было бы омлета на завтрак, молока с хлопьями или яблок и арахисовой пасты на перекус. Совершенно очевидно, что если бы не было полового размножения, не было бы секса! Никакой юношеской любви, ни близости между возлюбленными или супругами, ни сексуального желания, ни сексуального удовольствия.

Как мы докатились от слияния дрожжей до Камасутры? Центральным событием в развитии полов стала эволюция

²⁸ Род красивоцветущих травянистых растений семейства Страстоцветные. – *Прим. пер.*

одинаковых по размеру половых клеток до больших и маленьких. Причем оно встречается многократно на разных ветвях эволюционного древа жизни. Когда-то в прошлом некоторые особи дрожжеподобных популяций начали производить половые клетки, которые были чуть больше, чем у остальных. Возможно, такие клетки источали более сильный аромат, лучше привлекая партнеров, либо от них получались более сильные клетки-малыши. В то же время, когда начали развиваться большие клетки, появились и маленькие, им было легче доплыть до источника феромонов. Потратив то же количество энергии, которое необходимо для создания одной большой клетки, можно создать множество маленьких и подвижных, которые будут перемещаться дальше и найдут больше партнеров для слияния.

С точки зрения генетики, не так уж сложно перейти от типов спаривания к половым клеткам. У зеленых водорослей есть два близкородственных вида, которые прекрасно демонстрируют этот переход: у одного вида половые клетки одинакового размера, а у второго яйцеклетки и сперма. При этом у них общий набор генов по типам спаривания, унаследованный от общего предка. Генный набор у вида с яйцеклетками и спермой слегка расширен, но ключевое различие кроется в гене, который есть в обоих видах. У вида с одинаковыми по размеру половыми клетками этот ген предотвращает превращение одного типа спаривания в другой. У видов с яйцеклетками и спермой этот же ген рабо-

тает как контроллер, который обеспечивает развитие сперматозоидов вместо яйцеклеток. В сложных экспериментах по генной инженерии выяснилось, что удаление этого гена у самцов приводит к производству яйцеклеток, а введение его самкам приводит к выработке спермы.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.