# Оглавление

Введение ..... 7

**Глава 1.** Сперматозоиды и яйцеклетки ..... 14

**Глава 2.** Циклы и сезоны ..... 84

**Глава 3.** От секса до зачатия ..... 123

**Глава 4.** Долгая беременность и трудные роды ..... 192

**Глава 5.** Как отрастить большой мозг ..... 253

**Глава 6.** Кормление младенцев: эволюция грудного вскармливания ..... 304

**Глава 7.** Забота о младенцах: общая картина ..... 368

**Глава 8.** Как мы вмешиваемся в свое размножение ..... 403

Глоссарий ..... 475

Библиография ..... 499

Предметно-именной указатель ..... 547

# Введение

Когда мать и отец впервые остаются наедине со своим новорожденным первенцем, их переполняют новые ощущения и чувство новой любви. Хотя они еще не знают, что их ждет в ближайшие недели и месяцы, они только что прикоснулись к великому чуду жизни. Этот миг для них — уникальное событие, не имеющее равных во всей человеческой истории. Но чтобы он настал, понадобилось не только девять месяцев из жизни родителей, но и жизни миллионов поколений их предков. Испытания, которым подвергается мать, изменения, вызываемые в ней беременностью и материнством, вклад отца в заботу о ребенке и постепенное превращения маленького, беспомощного младенца в зрелого взрослого человека — все это детали картины намного большей, чем жизни двух родителей и их чада, картины эволюционного развития репродуктивной функции человека.

Адаптивные особенности размножения человека имеют долгую эволюционную историю и требуют внимания к своей солидной родословной. Однако эволюционные истоки этих особенностей редко становились предметом подробных исследований. И это странно, ведь успешное размножение — главное в эволюции.

Кроме того, несмотря на распространенное убеждение в полезности всего естественного для рождения детей и заботы о них, мало кто задавался вопросом о том,

в чем состоит это естественное, то есть о ходе эволюции нашего размножения и заботы о детях. Чтобы ответить на этот вопрос, нужно проникнуть взором в прошлое на миллионы лет. Основные биологические особенности размножения человека, в том числе строение половых органов, внутреннее оплодотворение, кормление новорожденных молоком и обычай повсюду носить ребенка с собой, сформировались еще у наших прародителей, от древнейших позвоночных до древнейших приматов. Выяснив, как (и в какой среде) возникли эти особенности, мы сможем принимать решения, которые будут способствовать здоровью и процветанию и нас самих, и наших детей.

Но эта книга вовсе не о возвращении к первобытному образу жизни. Нам, живущим в современном мире, было бы глупо пытаться вернуться к тому существованию, какое вели наши пращуры-приматы, или даже наши более близкие предки — охотники и собиратели. Задачи этой книги состоят в том, чтобы дать столь необходимое объяснение нашего репродуктивного поведения в контексте эволюционных представлений, опровергнуть вредные взгляды и указать на средства и методы, отражающие глубокое понимание нашей биологической природы (например, противозачаточные таблетки). Кроме того, и это особенно важно, книга поможет читателям спокойно разобраться в таких предметах бурных споров, как продолжительность грудного вскармливания, различные противозачаточные средства и так называемое естественное родительство. Надеюсь, что научные тайны,

в которые нам предстоит проникнуть, помогут читателям принимать более обоснованные решения, связанные с репродуктивной функцией. Цель, которую я при этом преследую, состоит в обогащении нашего репродуктивного опыта и увеличении его естественности за счет раскрытия его связей со всей эволюционной историей человека разумного — примата, исключительно щедро одаренного природой.

**Все началось с секса,** то есть с полового размножения, поэтому с него и начнется наш рассказ. В первой главе я расскажу об эволюции половых клеток человека и объясню, отчего размеры сперматозоида и яйцеклетки различаются так сильно. Почему на оплодотворение одной человеческой яйцеклетки уходит четверть миллиарда сперматозоидов? Ответ на этот вопрос очень важен, поскольку в последнее время поступают новые и новые данные, свидетельствующие о том, что количество сперматозоидов в эякуляте у мужчин во всем мире сокращается (главным подозреваемым по этому делу считается бисфенол А, концентрации которого в человеческом организме, в свою очередь, повышаются). Вторая глава посвящена циклическим и сезонным явлениям. Почему самкам обезьян и женщинам свойственны месячные, а самкам большинства других млекопитающих — нет? Правда ли, что женщина может забеременеть только в течение нескольких дней каждого менструального цикла? Мы обсудим значение сезонных явлений для зачатия и родов, в частности, в свете конфликта,

в который вступают наши биологические часы с современным электрическим освещением.

В третьей и четвертой главах мы поговорим о сексе и перейдем к зачатию. Какая форма половой жизни естественна для людей: моногамия, гаремы или промискуитет? Приспособлена ли человеческая репродуктивная система для конкуренции между сперматозоидами разных мужчин? Затем мы обратимся к беременности и родам и рассмотрим возможные эволюционные причины утренней тошноты беременных, которой так боятся женщины. Правда ли, что это явление развилось в ходе эволюции как механизм защиты зародыша от опасностей, связанных с материнским рационом? Мы также проникнем в тайну исключительной трудности человеческих родов, из-за которой мы почти не можем обходиться без акушеров.

В пятой главе мы перейдем к развитию и сосредоточимся на таком незаменимом органе, как человеческий мозг, и на том, как его уникальные размеры послужили причиной возникновения многих особенностей, характерных для нашего размножения и заботы о потомстве. Почему наши дети рождаются сравнительно незрелыми и требуют напряженной заботы? В шестой главе мы поговорим об эволюции кормления детей молоком и о том, почему грудное вскармливание, хотя оно, разумеется, и не всем доступно, полезно и ребенку, и матери и пока не может быть с равным успехом заменено искусственным. В седьмой главе мы перейдем к дальнейшим вопросам, связанным с заботой о детях, в том числе

к ношению младенцев матерью — адаптации, возникшей у наших предков-приматов около 80 млн лет назад и заложившей фундамент для кормления грудью по требованию и для формирования особой взаимной привязанности между матерью и младенцем. Наконец, в заключительной, восьмой главе мы обсудим, как применять научные представления о нашей репродуктивной функции для ее ограничения с помощью методов контрацепции и для ее усиления с помощью вспомогательных репродуктивных технологий.

**Когда я выступаю с публичными** лекциями об эволюции человека и приходит черед вопросов, кто-нибудь из присутствующих часто спрашивает меня, что я могу сказать о будущем. Эволюционная биология — во многом историческая наука, и мы не в состоянии точно прогнозировать дальнейший ход эволюции. Но вмешательство медицины во многих отношениях ослабило или даже остановило действие естественного отбора. Многие формы генетической предрасположенности к заболеваниям, некогда отсеиваемые отбором, теперь проходят сквозь его сети. Например, мы сознательно обходим механизмы отбора, когда боремся с бесплодием, прибегая к вспомогательным репродуктивным технологиям. В итоге люди с генетической предрасположенностью к бесплодию могут передавать ее своему потомству, которое в естественных условиях вообще не появилось бы на свет. В частности, мы обходим естественный отсев, когда в лабораторных условиях

оплодотворяем яйцеклетку единственным сперматозоидом. Возможности вспомогательных технологий достигли таких высот, что позволяют преодолевать большинство затруднений, возникающих у людей, которые хотят иметь детей, будь то бесплодие, преждевременные роды или какие-либо другие патологии родов. И хотя, к счастью для бесчисленных родителей, мы как будто нашли пути решения многих подобных проблем, радуясь этому, мы часто забываем о фундаментальной проблеме далекоидущих последствий.

Истоки этой книги лежат в далеком прошлом, и мне потребовалось больше 50 лет на то, чтобы она выросла из семени первоначального замысла. Но ее главный предмет — эволюция — уходит корнями намного-намного глубже, простираясь более чем на 3 млрд лет назад, к моменту появления жизни на Земле. Так что у меня, пожалуй, есть какое-то оправдание тому, что я так долго провозился с этой книгой. Как бы то ни было, я надеюсь, что плод моих трудов, охватывающий всевозможные аспекты заявленной темы, — от половых клеток до отнятия от груди, может претендовать на полноту. Назначение этой книги, содержащей всеобъемлющую реконструкцию нашего эволюционного прошлого, состоит в том, чтобы заложить основы представлений, которые помогут нам лучше разобраться в своем настоящем и будущем.

Я вовсе не хочу убедить вас в том, что у нас есть точные ответы на все обсуждаемые в этой книге вопросы. Я добиваюсь того, чтобы вы осознали, как далеко мы

продвинулись на пути понимания природы нашей репродуктивной функции за те полтора столетия, что прошли со времени возникновения науки об эволюции, когда вопрос происхождения человека стал предметом научных исследований. Одним из главных уроков, которые я извлек, изучая мир природы, стало огромное уважение к сложности систем, сформировавшихся в ходе эволюции за миллионы и даже миллиарды лет. Я хотел бы, чтобы эта книга позволила мне поделиться этим потрясающим чувством с теми, у кого, как и у меня, уже есть дети, с теми, кто ждет ребенка, и с теми, кому это еще предстоит.

## ГЛАВА 1

# Сперматозоиды и яйцеклетки

«Откуда берутся дети?» Многие родители не хотят правдиво отвечать на этот невинный детский вопрос и предпочитают рассказывать детям сказки про аистов или капусту. Но всего триста лет назад люди и не могли рассказать об этом ничего, кроме сказок. В античности считалось, что женщины беременеют оттого, что с их менструальной кровью смешивается сперма. Как утверждали европейцы, первыми вступавшие в контакт с некоторыми сохранившимися до наших дней первобытными племенами, такими как арунта в Австралии или тробрианцы в Океании, те даже не знали, что беременность связана с сексом (хотя про тробрианцев впоследствии выяснилось, что они тоже объясняли беременность смешением спермы с менструальной кровью). Мы не знаем, когда и как люди впервые осознали связь беременности с сексом, но можем предположить, что это произошло хотя и в доисторические времена, но не так уж давно. Разобраться в проблеме наверняка помогло одомашнивание млекопитающих, начавшееся около 10 000 лет назад, так что понимание биологических основ репродуктивной функции стало одним из первых побочных эффектов появления животноводства. Внедрение таких методов, как кастрация, широко применяемая для снижения агрессивности самцов домашних

животных, должно было сопровождаться новыми открытиями. Как бы то ни было, поскольку у человека от зачатия до родов проходит девять месяцев, чтобы разобраться в связи между ними, требовался серьезный прорыв в представлениях, и даже после этого люди еще долгое время верили во всевозможные выдумки о механизмах нашего размножения.

Половые клетки, без которых невозможно зачатие, были открыты только в XVII веке, в 1667 году, когда голландский купец и ученый Антони ван Левенгук впервые увидел сперматозоиды в микроскоп. Поначалу он неправильно истолковал свои наблюдения, решив, что это крошечные паразиты, которыми заражена семенная жидкость. Сперматозоиды млекопитающих нельзя разглядеть невооруженным глазом, так что ученые никак не могли разобраться в той роли, которую сперматозоиды играют в зачатии, пока Левенгук и другие пионеры микроскопии не разработали достаточно мощные микроскопы. Хотя яйцеклетки млекопитающих в 30 раз больше сперматозоидов и увидеть их невооруженным глазом все-таки можно (диаметр яйцеклетки сравним с диаметром точки, стоящей в конце этого предложения), открыты они были намного позже. Первые данные о яйцеклетках человека и некоторых других млекопитающих опубликовал в 1827 году немецкий биолог Карл Эрнст фон Бэр, отец эмбриологии. Именно Бэр в том же году предложил и термин «сперматозоид», образованный от греческих слов *sperma* (семя) и *zōon* (живое существо).

После открытия половых клеток потребовалось некоторое время на то, чтобы разобраться в их функциях. В течение многих столетий люди верили, что живое может возникать непосредственно из неживого путем самозарождения — например, что личинки мясных мух зарождаются в гниющем мясе. Убедительно показать невозможность самозарождения и необходимость сперматозоидов для оплодотворения удалось лишь в XVIII веке с помощью ряда экстравагантных экспериментов, проведенных итальянским священником и ученым Ладзаро Спалланцани. В 1760-х годах он надел на самцов лягушек плотно сидевшие на них трусики из тафты и продемонстрировал, что из лягушачьей икры не развиваются головастики, если в окружающую воду не попадают сперматозоиды. По-видимому, это была первая экспериментальная демонстрация возможностей барьерной контрацепции. Оплодотворение происходило лишь в том случае, если Спалланцани извлекал из лягушачьих трусиков сперму и наносил ее кисточкой на икринки, тем самым демонстрируя также возможности искусственного осеменения.

Таким образом, механизмы полового размножения были открыты сравнительно недавно. Но хотя нам теперь уже многое известно о том, откуда берутся дети, мы по-прежнему плохо представляем, почему их появление на свет происходит именно так. Вопросы о половой жизни и половых клетках человека возникают на всех уровнях сложности. Для начала далеко не очевидно, почему нам вообще свойственно половое размножение.

Ведь самовоспроизведение было бы проще, надежнее и эффективнее. Кроме того, спрашивается, почему у нас вырабатываются две разновидности половых клеток — мужские и женские?

Чтобы попытаться разобраться в этих вопросах, нужно взглянуть на предмет шире и выяснить, как и почему у наших предков выработалось половое размножение. Мы привыкли сравнивать себя с другими приматами, но фундаментальные особенности нашего размножения восходят к древним этапам эволюции животных, происходившим в далеком геологическом прошлом. В этой главе мы попытаемся получить полное представление о природе половых клеток человека, рассмотрев некоторые ранние стадии эволюции жизни на Земле.

**Один из фундаментальных вопросов,** над которым специалисты по эволюции бились долгие годы, состоит в том, почему половое размножение вообще существует в природе. Эта форма размножения широко распространена (особенно среди тех организмов, с которыми мы лучше всего знакомы), но ее существование на первый взгляд кажется эволюционной загадкой. Если организм размножается без полового процесса, например делением или почкованием, у всего его потомства будут одинаковые гены. Если же организм размножается половым путем, то у каждого из его потомков будет свой набор генов, одна половина которого получена от одного родителя, а другая — от другого. Так что, если бы затраты на то, чтобы производить потомство, у которого

половина генов будет от другой особи, не компенсировались какой-либо ощутимой выгодой, естественный отбор активно работал бы против полового размножения. Но поскольку половое размножение — столь обычное явление среди животных, у нас есть основания полагать, что оно имеет какие-то существенные и закономерные преимущества. И это действительно так. Распространенность полового размножения, по-видимому, объясняется тем, что слияние двух половых клеток, полученных от разных особей, создает изменчивость, определяемую возникающими при этом различными комбинациями генов. Разнообразие не только придает остроту жизни, но и составляет самую ее суть. Если бы не это, естественный отбор просто не мог бы работать: без изменчивости не было бы и эволюции. Размножение без полового процесса, иначе называемое клонированием, имеет один существенный недостаток: в отсутствие оплодотворения, которое гарантирует перекомбинацию генов, изменчивость может возникать только по мере накопления мутаций, то есть медленно. Вопрос в том, достаточно ли преимуществ изменчивости, обеспечиваемой половым размножением, чтобы с избытком компенсировать недостатки этого способа размножения, при котором половина генов достается потомству от другого родителя. Результаты многих экспериментов с примитивными организмами указывают на то, что преимущества полового размножения действительно с избытком компенсируют его недостатки. Оно позволяет быстрее реагировать на давление отбора в новых направлениях, возникающее

в меняющихся условиях. Иными словами, половое размножение дает возможность быстрее адаптироваться к изменениям среды. А ведь для нас, людей, способность быстро адаптироваться к среде особенно характерна.

Эта «перетасовка» генов играет важную роль в противостоянии особи угрозам, исходящим от других живых существ. Например, если отбор благоприятствует хищникам, умеющим бегать быстрее, чтобы догнать жертву, он будет также благоприятствовать эволюции жертв в направлении умения быстрее убегать от хищников. Специалист по эволюционной биологии Ли ван Вален обратил внимание на подобные эволюционные «гонки вооружений» между видами, объединенных друг с другом пищевыми связями, и сформулировал так называемый принцип Черной Королевы, получивший теперь широкое признание. Название этого принципа заимствовано из классического произведения детской литературы — «Алисы в Зазеркалье» Льюиса Кэрролла, где Черная Королева говорит Алисе: «Ну, а *здесь*, знаешь ли, приходится бежать *со всех ног*, чтобы только остаться на том же месте!»* Иными словами, видам часто требуется быстро эволюционировать только для того, чтобы удерживать свою экологическую нишу, и половое размножение дает им такую возможность. Как ни проста эта идея, ван Вален (легендарный профессор Чикагского университета, в котором студенты души не чаяли) столкнулся с сопротивлением ведущих журналов,

* Перевод Н. Демуровой. — *Прим. пер.*

когда пытался напечатать работу, в которой он выдвинул данный принцип. Ван Вален вышел из положения, основав в 1973 году свой собственный журнал *Evolutionary Theory,* в первом номере которого он и опубликовал свою классическую концепцию в статье, озаглавленной «Новый эволюционный закон». Эта концепция, которой некогда так не повезло с рецензентами, что она оказалась «непубликабельной», теперь считается одним из основополагающих принципов эволюционной биологии.

Но какими бы ни были эволюционные истоки полового размножения, теперь оно преобладает среди многоклеточных организмов и наблюдается почти у всех позвоночных животных: рыб, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих. Поэтому у нас есть все основания полагать, что оно было свойственно и общему предку всех позвоночных, жившему около 500 млн лет назад. При этом возникновение наземных позвоночных (рептилий, птиц и млекопитающих) сопровождалось внедрением важного эволюционного новшества — внутреннего оплодотворения. У рыб и амфибий есть возможность просто выпускать сперматозоиды и яйцеклетки в воду, где и происходит оплодотворение. У общего же предка всех наземных позвоночных возникло внутреннее оплодотворение — одна из важнейших адаптаций к жизни на суше. Большинство рептилий, птицы и однопроходные млекопитающие (утконос, ехидна и проехидны) откладывают яйца, оболочка которых препятствует их высыханию. Сумчатые и плацентарные млекопитающие сделали следующий шаг,

перейдя к развитию детенышей внутри материнского организма и живорождению.

**Но чтобы разобраться в эволюции** половых клеток, необходимо обратиться к намного более давним временам. Одним из принципиальных эволюционных преобразований, свершившихся на ранних этапах истории жизни на Земле, было появление около 1,5 млрд лет назад одноклеточных организмов, имеющих ядро — особую структуру, содержащую хромосомы, в которых на молекулах дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) записана бóльшая часть генетической информации организма. Появление клеток, обладающих ядром, сопровождалось и еще одним необычным новшеством: в клеточном веществе, окружающем ядро, навсегда поселились потомки свободноживущих бактерий. Это новшество имело далекоидущие последствия для эволюции всех животных и растений.

Со временем потомки поселившихся в клетке бактерий стали митохондриями, которые часто называют энергетическими станциями клетки, потому что они непосредственно участвуют в обеспечении ее энергией. Интересно, что сравнение молекул ДНК показало близкое родство митохондрий с риккетсиями — группой бактерий, к числу которых относятся возбудители сыпного тифа. Мы не знаем, состояли ли предки митохондрий изначально в каком-то взаимовыгодном союзе с клеткой-хозяином или же были просто поглощены и порабощены ею, но знаем, что в итоге клетка-хозяин

предоставила им жилье, пищу и защиту в обмен на круглосуточно вырабатываемую энергию. Так потомки свободноживущих бактерий навсегда потеряли свободу.

Итак, митохондрии развились в ходе эволюции из бывших бактерий. От свободноживущих предков каждой митохондрии досталось в наследство несколько кольцевых молекул ДНК с собственными генами. Эти гены наследуются независимо от генов, содержащихся в ядре клетки-хозяина. В итоге у всех клеток, имеющих ядро, в том числе человеческих, имеется два отдельных набора генов: ядерный геном и митохондриальный геном. Большинство генов в каждом из этих наборов представляют собой закодированные инструкции для сборки того или иного белка. Однако за многие сотни миллионов лет, прошедшие с тех пор, как предки митохондрий превратились в постоянных обитателей клеток с ядром, митохондриальные геномы постепенно уменьшались в размерах. Например, у млекопитающих каждая хромосома сохранила всего 13 из исходной полусотни генов, кодирующих белки. Все эти гены кодируют белки-ферменты, связанные с энергетическим обменом, чем и определяется роль митохондрий как энергетических станций клетки.

Еще одной вехой в эволюции размножения как животных, так и растений было возникновение многоклеточности. Это преобразование свершилось более 600 млн лет назад. Наличие у каждой особи множества клеток вскоре привело к разделению труда между ними: разные клетки стали специализироваться на разных

функциях. В человеческом организме имеется около 200 разновидностей клеток, в том числе особые половые клетки, специализирующиеся на размножении. У некоторых животных, в частности у позвоночных, в ходе эволюции сформировалась отдельная бессмертная линия клеток-основательниц (так называемая зародышевая линия), функция которой состоит в производстве половых клеток. Клетки зародышевой линии передаются непрерывной чередой из поколения в поколение, что бы ни происходило с остальными клетками организма. Поэтому сам многоклеточный организм можно рассматривать как временную структуру, которая позволяет клеткам зародышевой линии выполнять свою основополагающую функцию, обеспечивая воспроизводство каждого поколения. Так что у биологов есть убедительный ответ на извечный вопрос о том, что первично — курица или яйцо. Первично, разумеется, яйцо. Курицы, как и люди, развились в ходе эволюции как средство, обеспечивающее переход от яйцеклетки одного поколения к яйцеклетке другого.

Еще одним шагом вперед, связанным с возникновением зародышевой линии, стало появление разделения труда в половой сфере, свойственное большинству, хотя и не всем, современным многоклеточным: деления всех особей на женские, производящие яйцеклетки, и мужские, производящие сперматозоиды. У некоторых видов сперматозоиды и яйцеклетки производят одни и те же особи — гермафродиты (названные так по имени персонажа греческой мифологии), но люди здесь следуют

общепринятому принципу и делятся на женщин, производящих яйцеклетки, и мужчин, производящих сперматозоиды. Этим фундаментальным функциональным различием и определяются все физиологические и анатомические различия между полами.

**Мы воспринимаем как** само собой разумеющееся, что сперматозоиды маленькие и производятся в больших количествах, а яйцеклетки намного крупнее и производятся понемногу. Организм мужчины вырабатывает множество крошечных сперматозоидов, самых мелких своих клеток, в то время как в организме женщины в ходе каждого менструального цикла обычно созревает всего одна — самая большая клетка — яйцеклетка. Эякулят, извергаемый мужчиной в ходе полового акта, в среднем занимает немногим больше половины чайной ложки и содержит около четверти миллиарда сперматозоидов. С этим связана одна из главных загадок размножения человека: зачем нужны сотни миллионов сперматозоидов, если яйцеклетку в итоге оплодотворяет всего один из них? На этот вопрос есть неплохой шуточный ответ: «Затем, что ни один из них не останавливается, чтобы спросить дорогу». Но если серьезно, мы точно не знаем, почему разница между числом сперматозоидов и числом яйцеклеток так огромна. Ведь половое размножение предположительно началось с двух сходных по размеру одноклеточных организмов, которые сливались друг с другом, а затем снова делились. Почему же многоклеточные организмы обычно

производят множество мелких сперматозоидов и намного меньше крупных яйцеклеток? Эта проблема, над которой уже давно бьются исследователи, занимающиеся эволюционной биологией, пока не получила окончательного решения. Возможно, естественный отбор способствует выработке мужским организмом полчищ сперматозоидов потому, что оплодотворение таким образом превращается в генетическую лотерею. Но если бы оба пола вырабатывали множество мелких половых клеток, то им было бы сложнее находить друг друга для оплодотворения. Можно предположить, что оптимальным решением этой биологической задачи оказалась большая яйцеклетка, служащая неподвижной мишенью для множества крошечных сперматозоидов. Кроме того, существенно, что число единовременно производимых потомков (например, число детенышей в помете у млекопитающих) тоже подвержено давлению отбора. Таким образом, выработка небольшого числа яйцеклеток может служить эффективным механизмом регуляции этого показателя под давлением отбора, связанного с количеством доступных ресурсов.

Так или иначе, для успешного оплодотворения людям действительно требуется много сперматозоидов. Исследования, проведенные в 1950-х годах центрами лечения бесплодия, показали, что мужчины, у которых общее число сперматозоидов в эякуляте всегда меньше 70 млн часто бесплодны. Вместе с тем начиная с определенного порогового уровня число сперматозоидов слабо коррелирует с плодовитостью. В 1953 году эндокринолог

Эдвард Тайлер опубликовал данные, свидетельствующие о том, что при числе сперматозоидов в эякуляте от 70 до 200 млн частота зачатий увеличивается с ростом этого показателя, но при более высоких его значениях остается на прежнем уровне. Недавние работы позволили подтвердить и уточнить этот вывод. В 1998 году группа ученых, которую возглавлял специалист по гигиене труда Йенс-Петер Бонде, представила результаты исследования связи вероятности зачатия в течение каждого менструального цикла у 400 пар, планировавших впервые завести детей. При повышении числа сперматозоидов в эякуляте до 125 млн вероятность зачатия увеличивалась от 0 до 25%, но при дальнейшем повышении данного показателя уже не увеличивалась. Вскоре после этого, в 2002 году, другая группа, которую возглавлял специалист по проблемам здравоохранения Реми Слама, изучила связь времени, требующегося, чтобы забеременеть, с числом сперматозоидов в эякуляте у почти тысячи пар, проживающих в четырех европейских городах и не страдающих бесплодием. При повышении числа сперматозоидов примерно до 200 млн время, требующееся женщине, чтобы забеременеть, сокращалось, но при более высоких показателях числа сперматозоидов у ее партнера оставалось на прежнем уровне. Дальнейшие исследования позволили дополнить эту картину. В 2010 году по заданию Всемирной организации здравоохранения андролог Тревор Купер и его коллеги изучили образцы спермы почти 5000 мужчин из 14 стран, расположенных на четырех континентах, чтобы определить референтные

значения анализируемых показателей. Вывод, сделанный по результатам этого исследования, состоял в том, что женщина может забеременеть в течение года, если число сперматозоидов в эякуляте партнера не меньше порогового значения, составляющего около 60 млн. Таким образом, судя по всему, для нормальной плодовитости число сперматозоидов в эякуляте должно составлять от 60 млн до 200 млн. Хотя мы по-прежнему не знаем, почему это так, очевидно, что зачем-то необходимо огромное число сперматозоидов. У других млекопитающих наблюдается похожая картина. Одно удачно спланированное исследование вероятности беременности при естественном оплодотворении у овец показало, что аналогичное пороговое значение числа сперматозоидов в эякуляте составляет около 60 млн при более низких значениях этого показателя вероятность беременности резко снижается, от 95% до примерно 30%.

**Как сперматозоиды достигают** яйцеклетки, которую им нужно оплодотворить? Здесь нам стоит вновь обратиться к своим родственникам — другим млекопитающим. Половые органы многих из них отличаются от наших одной странной особенностью: наличием бакулюма — кости внутри пениса. Эта кость необычна в двух отношениях: во-первых, она характеризуется самой большой изменчивостью и сильно различается у разных видов, а во-вторых, не соединена ни с какой другой костью. Бакулюм имеется у большинства приматов, а также у летучих мышей, хищников, насекомоядных

и грызунов. Особенно сильно он развит у многих хищников. У крупного пса его длина может достигать 10 см, но рекордсменами среди современных млекопитающих считаются моржи, у которых длина бакулюма достигает 75 см. Эта поразительная кость, которую на Аляске называют oosik, с давних пор использовалась для резьбы и в различных ритуалах. Кстати о ритуалах: в лондонском Клубе четвероногих (в который когда-то принимали только мужчин и в котором я состою так давно, что мне довелось голосовать за принятие женщин) бакулюм моржа по традиции используется в качестве председательского молотка. У других млекопитающих бакулюм, напротив, очень маленький. Бакулюм енота легко купить через интернет, по крайней мере в США: достаточно набрать в любом поисковике «mountain man toothpick» (зубочистка горца).

У некоторых групп млекопитающих бакулюм отсутствует. В этом отношении на людей похожи сумчатые, кролики, тупайи, слоны, сирены, копытные, дельфины и киты. Учитывая, как неравномерно распространен бакулюм среди млекопитающих, разобраться в его эволюции не так-то просто. Возможно, что он был у общего предка всех плацентарных млекопитающих, а затем был утрачен во многих ветвях эволюционного древа, но возможно также, что он развился независимо у нескольких (по меньшей мере пяти) групп плацентарных. Ситуация еще больше осложняется неравномерным распространением бакулюма у приматов. Среди низших приматов он имеется у всех лемуров и лори, нередко

достигая больших размеров, но у долгопятов отсутствует. У большинства высших приматов (обезьян), за исключением некоторых обезьян Нового Света и людей, бакулюм есть. У всех обезьян Старого Света присутствует бакулюм, хотя у некоторых видов он большой, а у некоторых — маленький.

Бакулюм, по-видимому, был у предков всех приматов, от которых достался, хотя и несколько уменьшившись в размерах, предкам всех обезьян. У нескольких обезьян Старого Света, таких как мандрилы и некоторые макаки, бакулюм исключительно большой, но он, по-видимому, увеличился у них вторично, вновь уподобив этих обезьян предкам всех приматов. Разные виды макак сильно различаются размерами бакулюма, и эти различия связывают с особенностями их полового поведения. Поскольку у всех человекообразных обезьян бакулюм маленький, его полная утрата в ходе эволюции человека была лишь завершением давно начавшегося процесса. Однажды я сказал своему австралийскому коллеге, специалисту по бакулюмам летучих мышей, что полное отсутствие бакулюма у человека — занимательная эволюционная загадка. Его лаконичный ответ был: «Говори за себя!»

Сравнительные исследования приматолога Алана Дикссона показали, что большой бакулюм обычно связан с продолжительным спариванием. Поэтому логично предположить, что у древних приматов с их большим бакулюмом спаривание длилось дольше, чем у современных, и по мере сокращения продолжительности

спаривания укорачивался и бакулюм, который предками человека был полностью утрачен. Иными словами, естественный отбор благоприятствовал сравнительно непродолжительному половому акту. Действительно, опубликованные в 2005 году результаты масштабного исследования, проведенного психиатром Марселем Валдингером и его коллегами из разных стран, показали, что у человека половой акт длится в среднем около 5 минут, хотя в редких случаях его продолжительность может достигать и 45 минут.

Отсутствие бакулюма у людей не только помогает разобраться в эволюции человеческого полового акта, но и позволяет по-новому истолковать библейский сюжет о сотворении Евы из ребра Адама. Очевидно, что этот сюжет имеет символическую подоплеку, но биолог Скотт Гилберт и библеист Зайони Зевит взглянули на него под новым углом. Древнееврейское слово tzela, которое переводят как «ребро», на самом деле имеет несколько значений, в частности означает своего рода подпорку. Гилберт и Зевит предположили, что это слово могло означать бакулюм, которого у мужчин действительно нет, в отличие от ребер, с которыми у нас все в порядке. И все же остается непонятным, откуда авторам библейского сюжета могло быть известно о такой человеческой особенности, как отсутствие бакулюма. Среди домашних животных его не имеют все копытные. У собак, как уже отмечалось, бакулюм большой, хотя у кошек довольно маленький. Таким образом, мысль о том, что в человеческом

пенисе когда-то была кость, должна была возникнуть из сравнений с собаками.

**У мужских особей всех** млекопитающих имеется пенис, который может отвердевать перед совокуплением и участвовать во внутреннем оплодотворении, извергая в половые пути самки миллионы крошечных сперматозоидов за одну эякуляцию. Эти два свойства присущи и мужским половым органам человека и восходят к предкам всех млекопитающих, жившим более 200 млн лет назад. Некоторые фундаментальные особенности строения и выработки сперматозоидов определились еще раньше. Например, не только у млекопитающих, но и у всех позвоночных есть пара семенников, в которых имеются производящие сперматозоиды семенные канальцы. До семяизвержения сперматозоиды хранятся в концевой части плотно свернутого придатка — эпидидимиса. В расправленном виде длина человеческого эпидидимиса (придатка яичка) составляет около шести метров (примерно как длина места для парковки), и на прохождение этого расстояния у сперматозоидов уходит от двух до трех недель. Число сперматозоидов, содержащихся в придатке яичка, обычно составляет около 400 млн.

Процесс выработки сперматозоидов в каждом семенном канальце идет циклически. У человека такой цикл занимает около 11 недель — больше, чем у любого другого млекопитающего, для которого этот показатель известен. Разные группы семенных канальцев

находятся на разных стадиях производства сперматозоидов, что позволяет работающему семеннику непрерывно поставлять зрелые сперматозоиды. У видов, которые размножаются не круглый год, семенники могут на некоторое время полностью выключаться и сильно уменьшаться в размерах: например, у большинства мадагаскарских лемуров размножение происходит лишь в строго определенное время года и после брачного периода семенники сильно уменьшаются. У серого мышиного лемура во время ежегодного брачного сезона семенники увеличиваются в 10 раз. Другие млекопитающие, в том числе люди, размножаются круглый год, и в зрелом возрасте семенники (яички) всегда сохраняют активность. У мужчин, достигших половой зрелости, яички, сравнимые по размеру с грецким орехом, в среднем производят около 150 млн сперматозоидов в день, то есть около 1500 сперматозоидов на каждое сокращение сердца и более 4 трлн за жизнь средней продолжительности. Причем, несмотря на то, что у человека нет строго ограниченного сезона размножения, уровень тестостерона в крови и скорость выработки сперматозоидов у мужчин все же подчиняются годовому циклу, о котором мы поговорим в следующей главе.

Сперматозоид всегда состоит из трех основных частей: головки, в которой содержится ядро; средней части, где упакована митохондрия (играющая роль бензобака); хвоста, с помощью которого сперматозоид плывет, преодолевая часть пути, отделяющего его от яйцеклетки. В ядре сперматозоида необычайно плотно

упакованы хромосомы. Содержащиеся в них гены выключены, потому что молекулы ДНК намотаны на особые белки и соединены с ними довольно жестко. Хотя принципиально сперматозоиды всех млекопитающих устроены одинаково, по форме они могут очень сильно различаться у разных видов. Как это ни странно, хотя размеры сперматозоидов тоже бывают разными у разных видов, обычно они ничуть не увеличиваются с увеличением тела: размеры сперматозоидов мышиных лемуров, крыс, людей, слонов и китов довольно схожи. Более того, размеры сперматозоидов млекопитающих даже демонстрируют слабую обратную зависимость от размеров тела.

**Часто утверждается, что слово** *testify* (свидетельствовать) происходит от древнеримского обычая, предписывавшего мужчине, дающему показания в суде, держать в правой руке свои яички (testes). При всей сомнительности этого утверждения не вызывает сомнений, что латинское слово *testis* первоначально означало «свидетель» и что человеческие тестикулы (яички) находятся в опасном месте, что может засвидетельствовать любой мужчина. Про борцов сумо рассказывают, что их учат во избежание травм массировать свои яички, загоняя их через паховые каналы внутрь брюшной полости, а для игры в крикет отбивающие надевают специальную защитную раковину, чтобы не повредить яички при прямом попадании твердого мяча. Опускание яичек в мошонку — поистине необычайное явление, требующее

объяснения. Почему они вообще опускаются, оказываясь в столь опасном положении?

У всех млекопитающих развитие мочевой и половой системы происходит в тесной взаимосвязи и семенники начинают развиваться рядом с почками, в глубине брюшной полости. Чтобы оказаться снаружи, в мошонке, им приходится проделывать большой путь — назад и вниз. Пройдя брюшную полость, каждый семенник выходит в мошонку через паховый канал. Снаружи, вне брюшной полости, семенники подвешены у большинства млекопитающих, в отличие от всех других животных. Это характерно и для всех приматов, в том числе для человека.

Одно из объяснений опускания семенников, выдвинутое на полном серьезе, состояло в том, что после того, как у древних млекопитающих повысился уровень обмена веществ, они стали быстро бегать, и их семенники опустились под действием силы тяжести. Когда я впервые вычитал эту версию, я сразу представил себе абсурдную картину, как другие, более тяжелые органы (сердце, желудок, почки) тоже болтаются в специальных мешочках под туловищем. Близкое, но немного более серьезное объяснение опущения семенников состоит в том, что у многих млекопитающих это позволяет избежать повреждений под действием давления, возникающего в брюшной полости в результате повышенной активности. Но и здесь непонятно, почему то же самое не относится и к другим внутренним органам.

Самое широкое признание получило объяснение, согласно которому опускание семенников связано